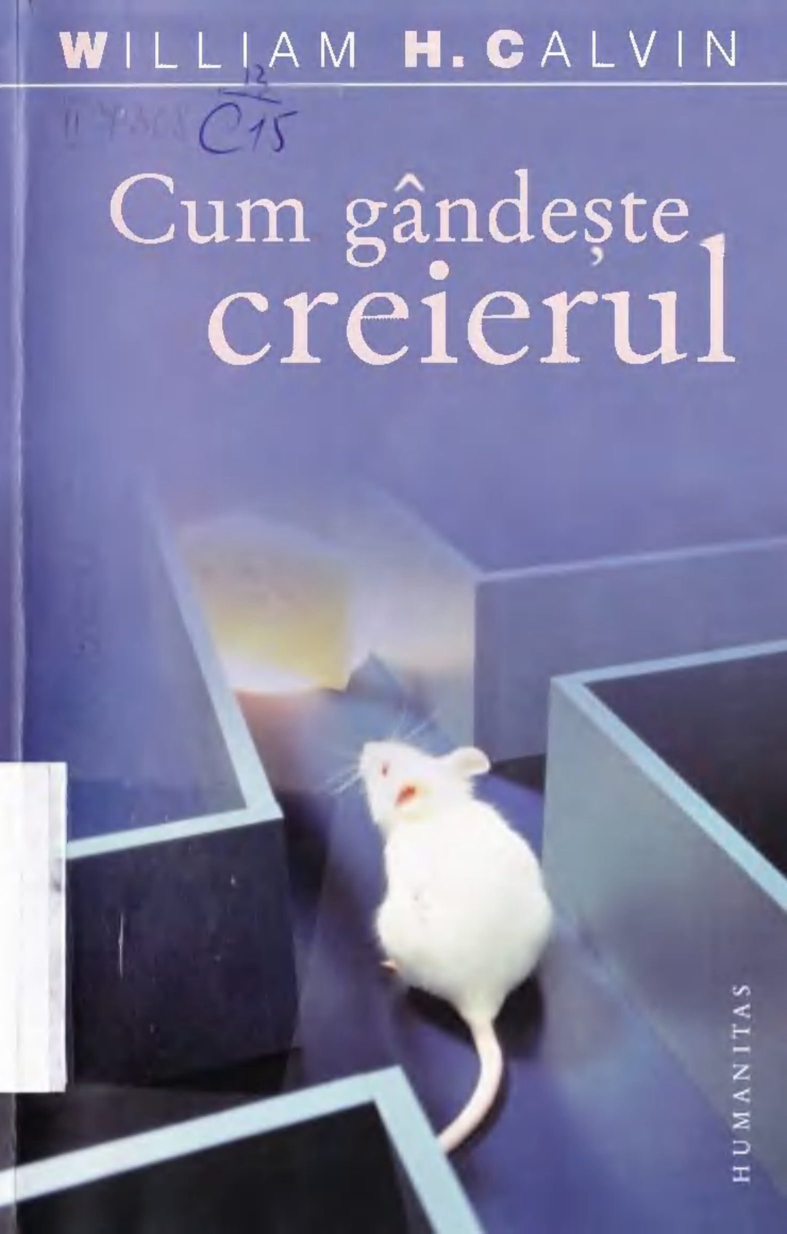

WILLIAM H. CALVIN
Cum gândește creierul
HUMANITAS

CUM GÂNDEȘTE CREIERUL

WILLIAM H. CALVIN este neurofiziolog teoretician la Universitatea Washington din Seattle. Este autorul a nouă cărți, printre care *The Cerebral Code, The River That Flows Uphill, The Ascent of Mind, The Cerebral Symphony* și, împreună cu neurochirurgul George A. Ojemann, *Conversations with Neil's Brain.*

WILLIAM H. CALVIN

CUM GÂNDEȘTE CREIERUL

Evoluția inteligenței

Traducere din engleză de
Oana Munteanu



HUMANITAS
BUCUREȘTI

Regretatului meu prieten, viitorologul
Thomas F. Mandel (1946–1995),
ale cărui *meme* rămân vii.

Mulțumiri

Discuții fructuoase cu Derek Bickerton, Iain Davidson, Daniel C. Dennett, Stephen Jay Gould, Katherine Graubard (care a sugerat titlul cărții), Marcel Kinsbourne, Elisabeth Loftus, Jennifer Lund, Don Michael, George Ojemann, Duane Rumbaugh, Sue Savage-Rumbaugh, Marc Sullivan și regretatul Jan Wind sunt reflectate în multe părți ale cărții. Bonnie Hurren m-a îndrumat cu amabilitate către definiția piagetiană a inteligenței.

Editorii de la *Scientific American*, John Rennie, Jonathan Piel și Michelle Press au fost de mare ajutor (o versiune scurtă a argumentului meu despre inteligență a apărut în numărul special din octombrie 1994 al revistei lor, „Life in the Universe“, fragmente din articol apar pretutindeni în această carte); la fel și Howard Rheingold de la *Whole Earth Review* (ultima parte a ultimului capitol a apărut în numărul din iarna lui 1993).

Printre alții cărora trebuie să le mulțumesc pentru sugestiile lor editoriale se află și Lynn Basa, Hoover Chan, Lena Diethelm, Dan Downs, Seymour Graubard, regretata Kathleen Johnston din San Francisco, Fritz Newmeyer, Paolo Pignatelli, Doug vander-Hoof, Doug Yanega și conferinței WELL a scriitorilor. Ca de obicei, Blanche Graubard a redactat cartea înainte de a fi predată editurii și am profitat din nou de simțul ei fin și de stilul ei ales. Jeremiah Lyons și Sara Lippincott au

redactat cartea pentru seria Science Masters și au făcut multe sugestii excelente pentru varianta revăzută și corectată.*

* Notele sunt indicate în text printr-un asterisc și încep la pagina 231, trimițând la pagina de carte.

1
Ce-i de făcut

Filozofii au perfectă dreptate atunci când spun că viața trebuie înțeleasă de la capăt spre început, dar ei uită cealaltă afirmație, că de trăit trebuie trăită de-acum înainte.

SØREN KIERKEGAARD, 1843*

Toate organismele înzestrate cu un sistem nervos complicat se confruntă neîncetat cu problema oricărei clipe a vieții: ce vom face mai departe?

SUE SAVAGE-RUMBAUGH
și ROGER LEWIN, 1994*

Piaget obișnuia să spună că inteligența este ceea ce folosești atunci când nu știi ce să faci (o descriere potrivită situației în care mă aflu acum, căci tocmai încerc să scriu despre inteligență). Dacă poți găsi răspunsul corect la problemele vieții care te somează să alegi, atunci ești *deștept.* Dar a fi *inteligent* presupune ceva mai mult — un aspect creator, prin care inventezi „din zbor“ ceva nou. Într-adevăr, multe soluții îți apar în minte, unele mai bune decât altele.

De fiecare dată când privim alimentele rămase în frigider, încercând să ne dăm seama ce mai trebuie cumpărat pentru pregătirea cinei, folosim un aspect al inteligenței neobservat nici la cele mai deștepte antropoide. Cei mai buni bucătari ne surprind cu niște combinații interesante de ingrediente despre care n-am fi crezut niciodată că „merg împreună“. Poeții se pricep în special la aranjarea în așa fel a cuvintelor, încât acestea să ne copleșească prin semnificații pătrunzătoare. Totuși, noi cu toții construim expresii complet noi de sute de ori pe zi, recombinând cuvinte și gesturi pentru a transmite un mesaj nou. Ori de câte ori formulezi o propoziție pe care n-ai mai pronunțat-o niciodată înainte, ai aceeași problemă de creativitate ca și bucătarii sau poeții — mai mult, faci toate corecțiile necesare prin eliminări succesive în chiar secunda dinaintea rostirii cu voce tare.

S-au înregistrat mari progrese, în ultima vreme, în localizarea anumitor aspecte ale semanticii în creier. Adesea, găsim verbele în lobul frontal.* Din anumite motive, numele proprii par să prefere lobul temporal (extremitatea lui frontală; culorile și conceptele tind să se găsească spre capătul lobului temporal stâng). Însă inteligența este un proces, nu un loc. Ea presupune improvizație, scopul fiind o țintă în mișcare. Este un proces care implică multe regiuni ale creierului și prin care căutăm noi înțelesuri, adesea „în mod conștient“.

Cercetători mai experimentați ai inteligenței, precum specialiștii în IQ (*intelligence quotient*, coeficient de inteligență, *n. t.*), se feresc de cuvântul „conștiință“.* De asemenea, mulți dintre colegii mei neuro-

specialiști evită și ei conștiința (unii fizicieni — vai! — au fost foarte fericiți să umple golul cu greșeli de începător). Unii clinicieni trivializează neintenționat conștiința, redefinind-o ca pe o simplă excitabilitate (deși a vorbi despre trunchiul cerebral ca sediu al conștiinței înseamnă a confunda comutatorul electric cu însăși lumina!); iar noi o redefinim ca simplă conștiență ori „lanternă" a atenției selective.

Toate acestea sunt linii de investigare foarte utile, dar ele omit acea activitate specifică vieții mentale prin care te creezi — și re-creezi — pe tine însuți. Viața mentală inteligentă este o imagine mereu schimbătoare a lumii tale interioare și exterioare. Parțial se află sub propriul control, parțial este ascunsă introspecției, fiind chiar capricioasă (scăpând aproape total oricărui control în fiecare noapte, în timpul celor patru sau cinci episoade ale somnului cu vise). Această carte încearcă să cerceteze desfășurarea acestei vieți interne de la o secundă la alta, când treci de la o idee la alta, când produci și respingi alternative. Ea se inspiră din studiile psihologilor asupra inteligenței, dar și mai mult din etologie, biologie evoluționistă, lingvistică și științele sistemului nervos.

Multă vreme s-a considerat că există argumente ce justifică evitarea unei abordări directe a problemelor conștiinței și intelectului. O tactică bună în știință, în special atunci când explicațiile mecaniciste nu pot oferi o imagine de ansamblu necesară abordării unui subiect neclar, este de a descompune problema în com-

ponente mai mici — ceea ce într-un anumit sens s-a și întâmplat.

Un alt subterfugiu era de a evita necazurile prin camuflarea adevăratelor probleme față de toată lumea, cu excepția inițiaților (adică, în limbaj modern, păstrând posibilitatea dezmințirii). Ori de câte ori observ cuvinte având sensuri comune, dar care au în plus totodată și conotații specifice utilizate doar de grupuri de inițiați, îmi amintesc de numele de cod. În urmă cu câteva secole, o analogie mecanicistă necamuflată a minții a avut mari probleme, chiar și într-o Europă apuseană relativ tolerantă. După cum se știe, medicul francez Julien Offroy de La Mettrie (1709–1751) a publicat un pamflet în care vorbea despre motivațiile umane ca despre analoagele resorturilor declanșatoare de energie ale mașinilor.

Aceasta se întâmpla în 1747; cu un an înainte La Mettrie fugise din Franța la Amsterdam. El scrisese o carte care se intitula, se pare, *Istoria naturală a sufletului.* Parlamentului parizian îi displăcuse într-atât încât dispusese arderea tuturor exemplarelor.

De data aceasta La Mettrie a fost precaut publicând anonim pamfletul său intitulat *Omul ca mașină.* Olandezii, considerați cel mai tolerant popor din Europa, au fost scandalizați, încercând furioși să descopere cine-i autorul pamfletului. Olandezii fiind foarte aproape de a afla, La Mettrie a fost nevoit să fugă din nou — de data aceasta la Berlin, unde a și murit patru ani mai târziu, la vârsta de patruzeci și doi de ani.

Deși, în mod clar, își depășise cu mult timpul său, nu La Mettrie a inventat metafora mașinii. Aceasta este,

de obicei, atribuită lui René Descartes (1596–1650), apărând cu un secol mai devreme, în lucrarea sa *De Homine.* Descartes a trebuit, de asemenea, să plece din Franța la Amsterdam, cam în același timp în care Galileo intrase în conflict cu Vaticanul pentru însăși metoda științifică. Descartes n-a fost nevoit să fugă din Olanda ca La Mettrie, dar el și-a luat precauția, ca să zicem așa, de a-și tipări cartea la câțiva ani după ce era în siguranță... mort.*

Descartes și continuatorii săi n-au încercat să înlăture orice discuție despre spirite; căci într-adevăr una din preocupările lor tipice era să identifice cu exactitate unde anume în creier se află „sediul sufletului". Această strădanie este o continuare a tradiției scolastice, centrată pe marile rezervoare de fluid cerebrospinal din creier numite ventricule. Cărturarii ecleziaști de acum 500 de ani credeau că subdiviziunile sufletului erau găzduite în aceste cavități: într-una memoria; fantezia, bunul-simț și imaginația în alta; iar gândirea rațională și judecata în a treia. Asemenea sticlei din povești care ține captiv un duh, ventriculele erau presupuse a fi recipiente pentru spirite. Descartes credea despre glanda pineală că ar fi un sediu mai potrivit pentru ceea ce ne guvernează, pe motiv că este una dintre puținele structuri nepereche ale creierului.

Acum, la *fin de millenium*, deși mai există țări teocratice unde utilizarea numelor de cod rămâne încă o idee bună, suntem în general mult mai relaxați în privința metaforei minții ca mașină. Putem chiar să discutăm temeiurile principiale ale oricărei contro-

verse privind orice analogii între minte și mașină. Mințile sunt creative și imprevizibile, afirmă un argument; mașinile pe care le știm sunt lipsite de imaginație creatoare, dar sigure — astfel că mașini precum computerele digitale păreau inițial o analogie hazardată.

Corect. Dar Descartes statornicise că era util să vorbești despre creier *ca și cum* ar fi fost o mașină. Iar tendința este să se meargă mai departe în această direcție, examinându-se creierul, asemenea unei cepe, strat după strat. Chiar dacă există „altceva“ ascuns în dosul straturilor obturatoare, omul de știință presupune prin ipoteză că nu există nimic principial *incognoscibil*, care să facă imposibilă probarea explicațiilor alternative. Această tactică științifică — a nu se confunda cu concluzia științifică — a revoluționat modul în care ne privim pe noi înșine.

Mult timp abordărilor mecaniciste ale minții le-a lipsit o componentă esențială: un mecanism al dezvoltării doar prin forțe proprii. Suntem obișnuiți cu ideea că un artefact sofisticat precum un ceas presupune un și mai sofisticat creator de ceasuri. Aceasta ține de bunul-simț — ca și fizica aristotelică ce rămâne încă de bun-simț (în ciuda faptului că e greșită).

Dar, de la Darwin încoace, am aflat că lucrurile sofisticate pot de asemenea apărea (de fapt, se pot auto-organiza) din elemente *mai simple.* După cum remarcă filozoful Daniel Dennett în prefața cărții sale *Darwin's Dangerous Idea*, chiar și oamenii foarte instruiți pot fi incomodați de asemenea noțiuni referitoare la o evoluție doar prin forțe proprii:

> Teoria darwinistă a evoluției prin selecție naturală m-a fascinat întotdeauna, dar, peste ani, am găsit o surprinză-

> toare diversitate de gânditori ce nu-și pot ascunde disconfortul față de această mare idee, manifestând de la scepticism sâcâitor până la ostilitate fățișă. Am întâlnit nu numai nespecialiști și gânditori religioși, dar și filozofi laici, psihologi, fizicieni și chiar biologi care ar prefera, se pare, ca Darwin să se fi înșelat.

Dar nu toți. La doar doisprezece ani după publicarea lucrării *Originea speciilor*, în 1859, psihologul William James scria prietenilor despre ideea lui potrivit căreia activitatea gândirii implica un proces darwinist la nivelul minții.* După mai mult de un secol, noi abia începem să dăm consistență acestei idei punând în evidență mecanisme cerebrale aflate în acord cu darwinismul. De câteva decenii vorbim despre supraviețuirea selectivă a sinapselor în exces. Și aceasta-i doar versiunea surogat a darwinismului, analogă scobirii tiparului unei statui într-o bucată de lemn și nu într-un bloc de piatră. Tot acum începem, de asemenea, să înțelegem interconexiunile creierului prin care operează procesul darwinist în deplinătatea sa, după toate probabilitățile, la scara de timp a conștiinței, al cărei domeniu se întinde între milisecunde și minute.

Această versiune a darwinismului implică generarea multor copii ale anumitor structuri de conexiuni cerebrale, astfel încât acestea să se diferențieze cumva între ele și să concureze pentru dominația asupra unui spațiu de lucru (cam tot așa cum două tipuri diferite de iarbă — iarba de Kentucky și cea obișnuită — se află în competiție pentru grădina mea). Competiția este influențată de rezonanța acelor structuri spațiotemporale de conexiuni cu traseele și particularitățile întâlnite în cale — cu structurile memorate

și înmagazinate la nivel sinaptic. După cum veți vedea, asemenea Mașini Darwin reprezintă unul dintre subiectele mele preferate; dar pentru început să ne facem o idee despre ceea ce este — și despre ceea ce nu este — inteligența.

O tactică bună în explorarea inteligenței, care evită definițiile premature, este folosirea listei de întrebări a jurnalistului: *cine–ce–unde–când–cum* și *de ce.* Voi începe cu *ce* constituie inteligență și *când* e necesară inteligența, pentru că termenul e folosit în atât de multe sensuri încât, ca și în cazul conștiinței, e ușor de discutat în contexte care se întrepătrund. În capitolul următor voi întreprinde o cercetare amănunțită a inteligenței fără pierderea din vedere a esențialului, după care voi ataca nivelurile de explicație și confuziile „conștiinței".

Perspectiva unei scurte ere glaciare devine importantă în explorarea aspectelor evoluționiste ale inteligenței care țin de întrebarea *de ce*, în special în discuția despre strămoșii noștri hominizi. Țărmul Alaskăi este cel mai bun loc unde se poate observa că era glaciară este încă activă; Golful Glacier având circa optzeci de kilometri lungime era complet acoperit cu gheață în urmă cu numai 200 de ani. Acum este populat cu destule foci, caiace și vase de croazieră încât să apară probleme de trafic. În contextul Golful Glacier, voi ridica problema dezvoltării capacităților „omului bun la toate" atunci când argumentele eficienței ne spun că un specialist unidirecțional („mașina supereficienței" atât de dragă economiștilor) se descurcă întotdeauna mai bine în orice climă. Un răspuns

scurt? Dezvoltarea acestor capacități e posibilă prin schimbarea permanentă, bruscă și imprevizibilă a climei, care face ca eficiența să nu mai fie regula jocului.

În al cincilea capitol voi discuta despre mașinăria mentală necesară exprimării propozițiilor suficient de complicate pentru a necesita o sintaxă. Mulți observatori, printre care mă număr, bănuiesc că marele salt al inteligenței din timpul evoluției hominidelor a fost produs de acele structuri logice necesare unui limbaj gramatical (utile însă și în alte situații). Cimpanzeii și bonobii (acești „cimpanzei ai pigmeilor“ sunt antropoide distincte, purtând acum numele pe care se crede că l-ar fi dat băștinașii) oferă o bază importantă de analiză a rolului limbajului în dezvoltarea inteligenței și conștiinței.* Pietrele și oasele sunt tot ce a mai rămas de la strămoșii noștri direcți, dar verii noștri mai îndepărtați ne arată ce comportamente ancestrale ar fi putut manifesta.

Al șaselea capitol tratează problemele gândirii convergente și divergente în contextul darwinist. Simpozioane restrânse de neurobiologie, ca acela la care am participat de curând în Monterey Bay, ilustrează cu siguranță gândirea convergentă — toți acei specialiști străduindu-se să găsească răspunsul corect la problema mecanismelor memoriei, restrângând cercetarea lor la câteva aspecte. Gândirea divergentă, în schimb, este cea de care au nevoie oamenii creativi pentru a descoperi o teorie științifică sau pentru a scrie un poem, sau (la un nivel mai terestru) pentru a născoci toate acele răspunsuri greșite pe care le dau la testele-grilă privind gândirea convergentă. Ori de câte ori un neurolog propune o explicație pentru mecanismul

stocării memoriei, auditorii sugerează imediat câteva explicații alternative — pe care le-au inventat pe loc prin gândire divergentă. Cum transformăm deci un gând nou în ceva de calitate, fără echivalentul mâinii călăuzitoare care transformă un bulgăre de lut într-un ulcior? Răspunsul poate fi titlul capitolului 6: „Evoluția din zbor". Același proces darwinist care formează o nouă specie în milenii sau un nou anticorp în cele câteva săptămâni necesare răspunsului imunitar — poate, de asemenea, făuri idei la scara temporală a gândirii și acțiunii.

În penultimul capitol voi îndrăzni să fac o analogie a proceselor mentale cu alte procese darwiniste cunoscute și să propun o descriere a felului cum (e vorba de un *cum* mecanicist al fiziologului) pot manevra creierele noastre reprezentările în așa fel încât să producă o competiție de copiere, o concurență care poate fi darwinistă și astfel să transforme aleatoriul în presupunere corectă. Această descindere în codurile cerebrale (care, ca și codurile de bare de la magazin, sunt structuri abstracte ce reprezintă lucrul real) și în rețeaua circuitelor cerebrale (în special în rețeaua centrilor corticali de suprafață, responsabili de poșta internă a creierului) mi-a oferit cea mai mare cuprindere de până acum a mecanismelor funcționării intelectuale de nivel mai înalt: cum putem ghici sau spune propoziții neformulate înainte și chiar cum putem opera în plan metaforic. Oferă chiar o anumită înțelegere a marelui pas făcut de la protolimbaj la Gramatica Universală.

În opinia mea, această versiune cerebrală a Mașinii Darwin e ceea ce va schimba fundamental con-

ceptul nostru de persoană. Ca Dodo din *Alice în Țara Minunilor,* care spunea că e mai ușor să demonstrezi jocul decât să-l explici, vă voi purta prin meandrele câtorva detalii ale procesului darwinist, precum formarea gândirii și luarea deciziei. Încercarea de a descrie inteligența, sunt fericit să v-o pot spune, nu este la fel de dificilă precum încercarea de a descrie cum să mergi pe bicicletă; totuși veți înțelege mult mai bine descrierea dacă veți începe să „simțiți" acest proces, mai degrabă decât dacă ați fi mulțumiți cu o evaluare abstractă (pe care o veți găsi în capitolele 6 și 8, în cazul în care veți sări peste capitolul meu preferat).

În capitolul final voi reveni și voi rezuma elementele esențiale ale inteligenței de nivel ridicat, descrise în capitolele anterioare, concentrându-mă asupra acelor mecanisme necesare unei inteligențe extraterestre sau artificiale pentru a putea acționa la nivelul unei clase cuprinzătoare, de la cimpanzeii isteți până la un geniu muzical uman. Voi încheia cu formularea anumitor precauții față de orice tranziție la inteligența supraumană, adică față de acele aspecte ale cursei înarmărilor asupra cărora o atenționa Regina Roșie pe Alice — de ce trebuie să alergi întruna pentru a rămâne în același loc.

[O doctrină] înfățișează omul ca pe o mașină inductivă înghiontită de presiuni externe și lipsită de orice inițiativă și spontaneitate. O alta îi dă Spielraum *[spațiu de desfășurare] de a crea idei și de a le încerca. A cunoaște lumea înseamnă, conform primei concepții, să fii condiționat de ea; conform celei de-a doua, înseamnă să te aventurezi în ea.*

J.W.N. Watkins, 1974

2
Elaborarea unei presupuneri corecte

În vreme ce reacțiile înnăscute, comportamentul instinctiv, motivația și impulsul determinate intern, și învățarea înnăscută constituie toate elemente fundamentale ale repertoriului cognitiv al unui animal, ele nu par să fie componente ale acelui domeniu mult mai ezoteric al activității mentale pe care îl asociem cu gândirea, judecata și luarea deciziei. Dar ce este gândirea și cum o putem recunoaște la alte ființe, în interiorul celui mai tainic dintre organe, creierul? Ce criterii comportamentale ne permit să distingem între gândirea adevărată pe care suntem deprinși s-o considerăm implicată în luarea deciziilor estetice, morale și practice, și programarea complicată ce poate crea iluzia gândirii la cel puțin alte câteva animale? Sau, așa cum sugerează partizanii inteligenței artificiale, s-ar putea oare ca orice fel de gândire, inclusiv a noastră, să fie doar consecința unei programări istețe?

James L. Gould și Carol Grant Gould,
The Animal Mind, 1994*

De cele mai multe ori inteligența este exprimată prin cuvinte surprinzător de precise ca și cum ar fi un număr, de preferat cât mai mare, care poate fi asociat unei persoane în maniera stabilirii valorii unui spor

tiv pe baza punctajului obținut printr-un anume algoritm la diverse probe sportive. Ea a fost măsurată întotdeauna printr-o serie largă de evaluări ale aptitudinilor spațiale, înțelegerii verbale, fluenței vorbirii, ușurinței operării cu numere, raționamentului inductiv, vitezei de percepție, raționamentului deductiv, memoriei mecanice și altele asemenea.* În ultimele decenii a existat tendința de a se vorbi despre aceste variate subteste ca măsurând „inteligențe multiple". Chiar așa, de ce să contopim aceste capacități încercând să reducem inteligența la un singur număr?

Răspunsul scurt este că acel unic număr pare să ne spună ceva în plus — de vreme ce aleatoriul, când e masiv generalizat, oferă o informație interesantă. Iată de ce: rezolvarea bună a unui tip de subtest de inteligență nu anticipează *niciodată* rezultate slabe la altul; o capacitate nu pare să fie niciodată în detrimentul alteia. Pe de altă parte, un individ care se descurcă bine la un asemenea test va depăși adesea media la celelalte subteste.

Este ca și cum ar acționa un anume factor comun ca, de pildă, capacitatea de a rezolva testele. Așa-numitul „factor general g" exprimă această corelație interesantă între subteste. Psihologului Arthur Jensen îi place să sublinieze că cele două puternice influențe asupra lui g sunt viteza (ca, de pildă, la câte întrebări poți răspunde într-un timp dat) și numărul elementelor cu care poți jongla mental în același timp. Problemele de analogie (A este pentru B precum C este pentru [D, E, F]) necesită, de obicei, reținerea simultană și compararea mentală a cel puțin șase concepte.

Împreună, ele fac ca un coeficient ridicat de inteligență să se asemene cu descrierea precisă a pregătirii rapide a unei mari cantități de hrană, bucătarul ocupându-se de pregătirea a șase mese diferite simultan, oră de oră. De aceea IQ-ul ridicat poate fi fără semnificație pentru viața celor mai mulți oameni, sau important doar în acele situații care pretind o mare mobilitate. Un nivel ridicat al IQ-ului e necesar, de obicei, obținerii unor rezultate bune în meserii foarte complexe și în continuă schimbare (de exemplu, în cea de medic) și reprezintă un avantaj în meserii de o complexitate moderată (munca de secretariat sau în poliție); conferă însă puține avantaje în muncile de rutină sau în care luarea deciziilor nu necesită timp scurt sau care necesită rezolvarea unor probleme simple (de exemplu, pentru funcționari și casieri credibilitatea și disponibilitățile sociale sunt probabil mult mai importante decât coeficientul lor de inteligență).*

Cu siguranță, IQ este un aspect fascinant al inteligenței, dar nu le include pe celelalte; nu trebuie să facem greșeala de a încerca să reducem subiectul *inteligență* la un simplu număr pe o scară de apreciere. Ar fi ca și cum am caracteriza un joc de fotbal în termenii unei statistici, să zicem în procentul paselor finalizate. Desigur, la nivelul întregii divizii victoriile se corelează semnificativ cu acea statistică, dar fotbalul este mult mai mult decât un simplu procent al paselor finalizate; unele echipe câștigă fără să finalizeze nici măcar o pasă, speculând alte ocazii. IQ se corelează cu „victoria“ în multe situații, dar nu reprezin-

tă întregul joc al inteligenței mai mult decât reprezintă pasele finalizate jocul de fotbal.

Cred despre inteligență că este punctul culminant al neurofiziologiei — rezultatul multor aspecte ale organizării cerebrale a unui individ, ce permite înfăptuirea unor lucruri niciodată făcute înainte. Poate nu suntem în stare să explicăm inteligența în toată splendoarea ei, dar avem acum câteva dintre elementele unei explicații. Unele sunt comportamentale, altele sunt neurofiziologice, iar altele sunt procese de tip evoluționist ce acționează în numai câteva secunde. Ba chiar știm câte ceva despre principiile de auto-organizare ce conduc către chintesența ascunsă — acele niveluri de decizie care funcționează când (pentru a anticipa un capitol ulterior) categorii și metafore concurează pentru teritoriul cerebral.

Marea problemă pentru înțelegerea inteligenței nu este *cine* are mai multă, ci *ce* este inteligența, *când* e necesară și *cum* operează ea. Istețimea, anticiparea, viteza, creativitatea și cât de multe sunt lucrurile cu care pot jongla simultan — reprezintă o parte din *ceea ce* cuprinde inteligența.

Inteligența noastră a apărut oare ca urmare a faptului că posedăm într-o cantitate mai mare ceea ce au și animalele? Simpla privire asupra creierului și aprecierea lui după mărime, ca a unui dovleac la piață, ne pot înșela. Doar învelișul periferic, cortexul cerebral, este pregnant implicat în crearea de noi asociații. Cea mai marc parte din volumul creierului o constituie izolația din jurul „firelor“ ce conectează o parte a

creierului la cealaltă; cu cât e mai multă izolație, cu atât este mai rapid fluxul mesajelor. Pe măsură ce animalele devin mai mari, iar distanțele mai lungi, cu atât e nevoie de mai multă izolație pentru accelerarea transmisiei și micșorarea timpului de reacție; această izolație mărește volumul materiei albe chiar și atunci când numărul neuronilor corticali rămâne același.

Cortexul nostru cerebral este chiar mai subțire față de creier decât este coaja unei portocale față de aceasta — aproximativ 2 mm. Cortexul nostru este însă foarte ridat; dacă ar fi desprins de creier și îndreptat, ar acoperi patru coli de hârtie A4. Cortexul unui cimpanzeu ar fi cât o coală, al unei maimuțe cât o carte poștală, al unui șobolan cât un timbru. Dacă am delimita printr-o grilă fină suprafața plană a cortexului, am găsi în fiecare pătrățel al grilei aproape același număr de neuroni, în toate regiunile corticale (cu excepția cortexului vizual primar care are în plus mulți alți mici neuroni la majoritatea animalelor binoculare). De aceea, dacă e nevoie de mai mulți neuroni pentru o funcție specială, e nevoie de o întindere mai mare a suprafeței corticale.

Înclinăm să considerăm că suprasolicitările vizuale pentru găsirea hranei „extind“ cortexul vizual al maimuței la generațiile următoare, dar nu și cortexul auditiv, odată cu evoluția tinzând să se producă o bombare aici, iar mai apoi, când intră în joc alte presiuni ale selecției, o protuberanță dincolo. Însă acum se presupune că *orice* altă selecție naturală (să zicem vizuală) pentru mai mult spațiu în creier, în afară de cea olfactivă, are ca rezultat crearea de mai mult spațiu cere-

bral și pentru *toate* celelalte funcții — adică dezvoltarea prin extinderea regională a creierului este cel mai adesea dificilă.* Astfel *„dacă lărgești o parte, lărgești tot“* s-ar putea să fie mai degrabă regula generală decât o excepție.*

Și dacă o cale evoluționistă spre o suplimentare gratuită nu este suficientă, exista și o alta: noile funcții apar adesea mai întâi prin folosirea suplimentară a unor părți preexistente ale creierului. Până la un punct regiunile creierului sunt multifuncționale, rezistând încercărilor noastre de a le eticheta. Deci ce funcții preexistente ar fi putut fi cele mai relevante pentru saltul calitativ la inteligență și capacitate de a demonstra de-a lungul evoluției de la antropoide la hominide? Cei mai mulți ar spune că limbajul. Voi demonstra că o „înlesnire esențială“ comună limbajului și planificării mișcărilor mâinii (folosită în timpul nostru liber pentru muzică și dans) are o putere explicativă și mai mare decât o înlesnire specifică doar funcțiilor limbajului.

Inteligența este uneori descrisă ca o îmbinare a zonelor *„a ști cum“* și *„a ști ce“* din creier, a tuturor acelor mecanisme perceptive atât de sensibile la așteptări. Desigur, acesta e un adevăr; dar dacă această definiție a inteligenței este atât de largă încât include cele mai multe lucruri pe care le face creierul, o asemenea formulare nu ajută să progreseze înțelegerea mai mult decât o face extinderea conștiinței și asupra vieții vegetale. Cataloagele nu sunt explicații, oricât de interesante ar fi listele sau oricât de mare ar fi nevoia

tratării subiectelor într-un curs introductiv. Scopul meu nu este să elimin mecanismele perceptive din inteligență, ci să lămuresc fundamentele ascunse ale presupunerii corecte și acele niveluri de auto-organizare care produc stabilitate stratificată.

În 1575, medicul spaniol Juan Huarte definea inteligența ca înzestrarea de a învăța, de a face judecăți și de a fi imaginativ. Capacitatea de a gândi abstract, de a raționa și de a organiza în sisteme cu înțeles cantități mari de informații e desemnată drept conotație a inteligenței în literatura modernă. Nu numai că sună ca o încercare a academicilor de a se defini pe ei înșiși, dar țintește prea sus pentru a fi o definiție care să fie rapid extinsă la alte animale. Un început mai potrivit pentru a răspunde întrebărilor în legătură cu ce este inteligența reprezintă literatura despre comportamentul animal, unde definițiile operaționale bune ale inteligenței sunt axate pe mobilitatea în rezolvarea de probleme.

Bertrand Russell remarca sarcastic odată: „Animalele studiate de americani se năpustesc aproape nebunește cu o incredibilă agitație și energie, iar la sfârșit obțin întâmplător rezultatul dorit. Animalele observate de germani stau liniștite și gândesc, iar la sfârșit dezvoltă soluția din conștiința lor lăuntrică.“[*] Pe lângă faptul că este un comentariu britanic asupra uzanțelor științifice din 1927, zeflemeaua lui Russell despre istețimea în rezolvarea problemelor ilustrează obișnuita falsă dihotomie între perspicacitate și nimereala prin eliminări succesive: perspicacitatea este, dincolo de orice discuție, comportament inteligent, pe când,

în ordinea obișnuită a lucrurilor, „simpla nimereală" nu este; dar aceasta este greșeala prin care suntem induși în eroare — mai multe despre acest subiect, mai târziu.

Îmi place afirmația lui Jean Piaget că inteligența este ceea ce folosești când nu știi ce să faci.* Ea prinde elementul de noutate, capacitatea de imitare și dibuire necesară când nu există un „răspuns corect", când a te descurca la fel ca de obicei nu mai pare să fie suficient. Improvizare inteligentă. Gândește-te mai degrabă la improvizația de jazz decât la un produs finit înalt cizelat precum un concert de Bach sau Mozart. Inteligența este *procesul* de improvizare și cizelare pe scara temporală a gândirii și acțiunii.

Neurobiologul Horace Barlow pune problema ceva mai strict și ne conduce spre aspectele testabile experimental spunând că inteligența constă în întregime în a face presupuneri — nu doar o presupunere care a mai fost făcută înainte bineînțeles, ci aceea care descoperă o anumită nouă ordine fundamentală. „A presupune corect" acoperă cu acuratețe mult teren: găsirea soluției la o problemă sau a logicii unui argument, nimerirea unei analogii potrivite, crearea unei armonii plăcute sau a unei replici spirituale, predicția corectă a ceea ce este probabil să urmeze să se întâmple.*

Într-adevăr, în mod curent presupui ce urmează să se întâmple, chiar și subconștient — să zicem, când asculți o poveste sau o melodie. Să lași copilul care plânge să spună el ultimul cuvânt al fiecărui vers al unui cântec este o tactică de distragere a atenției uimitor de eficace, observată în multe culturi.* Predic-

ția subconștientă este adesea motivul pentru care poanta unei glume se lasă așteptată. Parodierea muzicală a lui Bach îți atrage atenția — ești surprins de nepotrivire. A greși puțin poate fi amuzant, dar o incoerență substanțială a mediului este neplăcută, căci atunci când de-a lungul unei zile te lovești de insecuritatea locului de muncă, zgomot, șoferi nebuni și prea mulți străini, ești foarte frustrat din cauza nepotrivirilor frecvente între ceea ce aștepți și ceea ce se întâmplă realmente.*

Remediul lui Calvin pentru incoerența ambientală? Coborâți pretențiile de predicție la un nivel mai confortabil — nu chiar până la plicticoasa predictibilitate absolută sigură, ci până acolo unde ai dreptate cam 50%. În felul acesta te reasiguri că ești totuși competent privind predicția. Probabil acesta-i motivul pentru care, după o zi grea, plină de imprevizibil, cauți destinderea în ritualuri, muzică sau în seriale de comedie — orice te face să regăsești plăcerea de a presupune cu un mare procent de siguranță ceea ce urmează!

Una dintre greșelile începătorilor este să pună semnul egal între inteligență, scop și complexitate. Și aceasta deoarece comportamentele complexe par inițial un loc rezonabil în care poți găsi semnele inteligenței. La urma urmei, limbajul și comportamentele noastre de anticipare sunt cu siguranță aspecte ale comportamentului inteligent și sunt destul de complexe.

Dar multe comportamente complexe sunt înnăscute la animale: nu e nevoie de nici o învățare, căci le sunt activate încă de la naștere. Asemenea comporta-

mente au tendința de a fi inflexibile și adesea dificil de controlat prin voință, întocmai ca strănutul și roșitul. Aceste structuri de mișcare stereotipe nu demonstrează o mai mare perspicacitate sau înțelegere a scopului decât un program de computer. Ele sunt piese într-un angrenaj.

Atât comportamentele înnăscute, cât și cele învățate pot fi complexe și de lungă durată. Să ne gândim, de pildă, la performanțele unui *savant idiot*, o persoană cu o impresionantă memorie a detaliilor, dar cu o foarte slabă capacitate de utilizare într-un context nou a informației reamintite, nefiind capabil de fragmentarea structurii în componente cu sens și recombinarea lor. Cântecul balenei și construirea mușuroiului insectei pot fi la fel de neinteligente.

Faptul că balenele și păsările leagă secvențe sonore nu este, de asemenea, o dovadă de mobilitate mentală. Cele mai multe aspecte inconștiente ale comportamentelor sunt adesea legate, desăvârșirea unuia atrăgând după sine pe următorul. Comportamentul de curtare poate fi urmat de construirea complicată a cuibului, apoi de trecerea imediată la depunerea ouălor și clocirea lor, apoi de comportamentele parentale stereotipe diferite. Într-adevăr, cu cât comportamentul este mai complex și mai „direcțional" către un scop anume, cu atât poate fi mai departe de comportamentul inteligent, pur și simplu pentru că selecția naturală a dezvoltat un mod sigur de a-l duce la bun sfârșit, lăsând foarte puțin la voia îmtâmplării. La urma urmei, învățarea este de obicei focalizată pe lucruri mult mai simple decât înlănțuirile complexe ale celor mai importante comportamente.

Animalul poate să nu-și înțeleagă propriul comportament mai mult decât ne înțelegem noi propriul căscat sau tendința de a ne îmbrățișa și săruta (observată în mod cert și la cimpanzei și bonobi). În majoritatea circumstanțelor, majoritatea animalelor nu par să aibă prea mare nevoie de „înțelegere“ — în sensul modalității noastre de evaluare a situațiilor — și nu încearcă inovații, cu excepția unor variațiuni modeste și a unui proces lent de învățare. Este ca și cum gândirea ar fi o piesă de rezervă nu prea folosită, fiind prea lentă și predispusă la greșeală pentru a se putea bizui pe ea în desfășurarea normală a lucrurilor.*

Cei mai buni indicatori ai inteligenței pot fi găsiți în problemele mai simple, dar mai puțin predictibile, cu care se confruntă animalele — acele situații rare sau noi pentru care evoluția nu a furnizat un răspuns standard, astfel încât animalul trebuie să improvizeze, folosind propriile-i mijloace intelectuale. În timp ce noi luăm adesea „inteligența“ ca însemnând atât o gamă largă de capacități, cât și eficiența cu care sunt ele utilizate, ea mai implică, de asemenea, flexibilitate și creativitate în termenii etologilor James și Carol Gould*, o „capacitate de a scăpa de cătușele instinctului și de a obține noi soluții la probleme“.* Aceasta limitează serios câmpul întrebărilor privind ce este inteligența.

În testele de gândire convergentă există aproape întotdeauna o concluzie sau un răspuns considerat unic, iar gândirea trebuie să fie condusă sau controlată în direcția acelui răspuns... Prin gândirea divergentă, pe de altă parte, se desfășoară o cercetare mai amănunțită în direcții diferite. Aceasta se observă cel mai limpede când nu exis-

tă concluzii unice. Gândirea divergentă... e caracterizata... ca fiind mai puțin legată de scop. Există libertatea de a merge în diferite direcții... Respingerea vechii soluții și deschiderea de noi direcții sunt necesare, iar organismul plin de resurse mai mult ca sigur va reuși.

J. P. GUILFORD, 1959*

Când inteligența devine subiectul conversației, mulți oameni își reamintesc istorioare cu animale de genul „nu-i așa că sunt deștepte?". Cu siguranță un câine poate fi calificat ca inteligent, vor insista ei. Cele mai multe dintre aceste povești se dovedesc a fi despre cât de bine înțelege un câine limba sau citește gândurile stăpânului său.

Etologii și specialiștii în psihologia animalelor vor răspunde cu răbdare despre câini că sunt animale foarte sociale, experte în citirea limbajului corpului. Un câine este întotdeauna atent la stăpânul său în același mod în care un câine sălbatic se uită la conducătorul haitei întrebând parcă din priviri „Ce urmează, șefule?" sau căutând, emoțional, ca un pui, siguranța, sperând să obțină bunăvoință. Vorbirea cu câinii domesticiți interferă cu aceste tendințe înnăscute, deși vorbele *per se* pot să nu conțină mesajul. Oamenii nu realizează câtă informație este comunicată prin tonul vocii și limbajul corpului conducătorului de substituție (adică dumneavoastră). Dacă citești câinelui tău titlul ziarului de azi cu același ton, în aceeași poziție și cu aceeași privire ca atunci când îi ceri să aducă papucii, s-ar putea să meargă la fel de bine și în determinarea comportamentului dorit.*

În multe cazuri, câinele nu prea are ce să confunde. Decorul însuși (oamenii, locurile, situațiile, obiectele prezente) furnizează majoritatea informațiilor necesare câinilor pentru a răspunde adecvat unei comenzi. Majoritatea câinilor au repertorii limitate și de aceea este ușor pentru ei să presupună în mod corect. Dresarea unui câine să aducă la comandă câteva obiecte diferite este o sarcină mult mai dificilă, pur și simplu pentru că devine mai greu pentru câine să-ți ghicească intențiile.

Dacă ești sigur că un câine înțelege cuvintele *per se*, ai putea încerca să pui pe altcineva să rostească cuvintele din altă cameră prin interfon; aceasta va elimina cele mai multe dintre sugestiile situaționale. Multe animale istețe nu pot trece testul sever al înțelegerii cuvintelor rostite, nici chiar anumiți cimpanzei îndelung instruiți care răspund cu promptitudine la simboluri grafice. Dar câinii trec de cele mai multe ori testul mai ușor al îndeplinirii acțiunilor dorite când situația este familiară, iar alternativele reies clar din context. Dimensiunea repertoriului de răspuns este un factor important al inteligenței. Câinii au multe comportamente instinctive, cum ar fi strângerea turmei și lătratul de alarmă; ei pot învăța mult mai multe. Printr-un antrenament îndelungat, chiar și repertoriul lor comunicativ poate deveni impresionant, după cum observă psihologul Stanley Coren.

> [Câinii mei] au un limbaj receptiv de aproximativ 65 de cuvinte sau expresii și aproximativ 25 de semne și gesturi, deci în total un vocabular receptiv de aproape 90 de elemente. Au un limbaj productiv de aproape 25 de vocalizări și aproape 35 de gesturi corporale, deci un vocabular

> productiv întreg de aproape 60 de elemente. Nu fac deloc dovada unei sintaxe sau gramatici. Dacă erau copii umani, ar fi demonstrat nivelul limbajului uzual din jurul vârstei de 18 sau 22 de luni. [Bonobii] care au învățat un limbaj [de semne sau alte simboluri] pot obține scoruri [de înțelegere] echivalente unui copil în jurul vârstei de 30 de luni.*

Viteza de învățare este, de asemenea, legată de inteligență; un motiv pentru care câinii și delfinii dobândesc prin antrenament un repertoriu mai larg de comportamente este acela că ei învață mai repede decât pisicile. Astfel, „inteligența“ este realmente un compozit, multe capacități mentale fiind relevante. Probabil, un comportament inteligent e mai bine constituit prin combinarea lor efectivă.

Selecția unui comportament adecvat pe care o face animalul poate fi cheia pentru clasarea afirmațiilor despre inteligența animală. În multe dintre istorioarele despre aceasta, animalul nu gândește singur, ci doar răspunde la o comandă. Elementul de creativitate al lui Piaget de obicei lipsește în fața unei sarcini ambigue — mai puțin în trecutul ludic al animalului.

Literatura științifică despre inteligența nonumană încearcă să facă față problemei inovației, dar de vreme ce acțiunile animalelor cu cea mai mare probabilitate de a fi inteligente nu sunt repetate, este greu să eviți o serie de anecdote (într-adevăr, există o carte minunată plină de întâmplări cu antropoide, numită *Machiavellian Intelligence*).* Riscurile științifice obișnuite ale dovezilor anecdotice pot fi reduse cumva prin accentuarea comparațiilor dintre specii. De exem-

plu, cei mai mulți câini nu-și pot dezlega lesele din jurul copacilor, dar un cimpanzeu pare să nu aibă nici o problemă. O încuietoare de tipul lesei la ușă va fi suficient să țină în cușca lor majoritatea maimuțelor mici, chiar dacă ele pot ajunge la încuietoare jucându-se. Dar marile antropoide pot înțelege cum funcționează încuietoarea, deci trebuie folosite lacăte — și să nu fie lăsate cheile prin jur!

Cimpanzeii pot folosi viclenia: un cimpanzeu poate ghici ceea ce este probabil să gândească un alt animal și poate exploata această cunoaștere. Dar cele mai multe dintre maimuțe nu par să aibă mașinăria mentală necesară pentru a se înșela una pe alta.

Pentru mulți oameni, esența inteligenței este această istețime creativă. Când un animal este deosebit de mobil intelectual în rezolvarea problemelor sau inventarea de noi mișcări, noi considerăm acest comportament ca fiind cu deosebire inteligent. Dar inteligența umană este evaluată și după alte criterii.

Când am verificat această definiție a inteligenței ca „istețime creativă“ pe unul dintre colegii mei, el a fost sceptic și a început să citeze exemple de simplă istețime care nu e și inteligență.

Știi, mi-a spus el, sunt situații când cineva te întreabă cât de inteligentă este o anumită persoană, iar tu îi răspunzi „Da, cu siguranță e *isteț*“. Prin asta vrei să spui că vorbește bine, dă dovadă de mobilitate în improvizarea de tactici pe termen scurt, dar nu-și urmează propriile-i proiecte și-i lipsesc calități pe termen lung, cum ar fi strategia, perseverența și o judecată sănătoasă.

Bine, am acceptat, într-adevăr e nevoie și de anticipare pentru a fi cu adevărat inteligent. Iar cimpanzeii, după câte se poate observa din comportamentul lor, nu se gândesc prea mult la ziua de mâine, chiar dacă ocazional fac oarecari planificări pe o perioadă de o jumătate de oră.

Astfel, poate că flexibilitatea viitorului este un adaos uman la inteligența antropoidei. Inteligența implică, de asemenea, ceva imaginație, am continuat, amintindu-mi de un grup cu IQ ridicat pentru care am ținut odată un discurs după cină. Am fost surprins să constat — având în vedere faptul că fiecare dintre cei prezenți avea scoruri foarte mari la testele de inteligență — cât de lipsit de imaginație era unul dintre ei, și apoi am realizat brusc că întotdeauna am fost convins că IQ și imaginația merg mână în mână. Dar imaginația contribuie la inteligență doar când se transformă în ceva calitativ.

Pacienții cu halucinații sunt, de asemenea, foarte imaginativi, dar asta nu-i face în mod necesar foarte inteligenți. Ceea ce arată că IQ măsoară doar anumite aspecte a ceea ce înțelegem în mod obișnuit a fi comportament inteligent. Prin însăși natura lor, examenele IQ tind spre excluderea testelor de creativitate sau a celor pentru capacitatea de a face planuri.

Dacă am creat vreodată o idee originală, s-a întâmplat tocmai pentru că am avut o predispoziție neobișnuită spre confuzia ideilor... și astfel am găsit analogii și relații îndepărtate pe care alții nu le-au luat în considerare! Alții fac foarte rar aceste confuzii, desfășurând o analiză precisă.

KENNETH J. W. CRAIK,
The Nature Explanation, 1943*

Comportamentele inventive nu sunt, de obicei, *noi*; dimpotrivă, ele sunt combinații noi de elemente vechi: un stimul determină fie un comportament standard, fie un răspuns în care e folosită o nouă combinație de mișcări. Cum este invenția senzorială și de mișcare înrudită cu inteligența?

Ar putea fi importante absolut toate tipurile de elemente componente. Catalogarea repertoriilor senzoriale și de mișcare, ca aceea făcută de Stanley Coren pentru crini, este un exercițiu util atâta vreme cât dihotomia stimul–răspuns nu e luată ad litteram. Câteodată răspunsurile apar fără să fie evident ceea ce le-a declanșat; există multă pierdere de vreme, de pildă când cimpanzeii desfrunzesc o creangă aparent fără nici un motiv. Adesea aspectul stimul–răspuns este puțin sesizabil; animalul va căuta senzații care au un rol în conturarea răspunsului. Cu aceste precauții, să vedem câteva exemple clasice de perechi stimul–răspuns.

Multe animale au tipare senzoriale prin care verifică dimensiunea (și forma) a ceea ce văd, la fel cum un copil verifică formele pentru prăjituri pe un sortiment de prăjiturele de Crăciun deja coapte pentru a vedea care cui se potrivesc (dacă se potrivesc). Puii de păsări de curte, de exemplu, se ghemuiesc când un șoim zboară pe deasupra, comportament ce sugerează că s-au născut cu imaginea șoimului.* Realitatea este însă cu totul diferită: inițial ei se ghemuiesc când zboară orice fel de pasăre pe deasupra lor. Apoi ajung să recunoască tipurile de păsări pe care le văd în fiecare zi; pe măsură ce o formă devine familiară, încetează să răspundă la apariția ei. Datorită acestei obișnuin-

țe, ei se ghemuiesc eventual doar ca *răspuns* la vederea unor forme nu prea frecvente, cum ar fi păsările străine aflate doar în trecere — și la vederea unor prădători precum șoimii care sunt rari, căci acolo nu există prea multe dintre speciile aflate în fruntea meniului lor. Astfel ghemuirea e un răspuns la noutate, nu la o imagine de „alarmă“ pre-existentă. Este ca și cum copilul, găsind o prăjitură diformă care nu se potrivește cu nici una din forme, se întristează.

Compozitorii subliniază că armonicele pure (ca acelea ale flautului) sunt relativ liniștitoare, în timp ce armonicele întâmplătoare (ca în muzica heavy metal sau vocile care îți zgârie urechile ale unor cântăreți precum Mick Jagger) par să indice amenințare sau alarmă, iar eu m-am gândit de multă vreme că, pentru același motiv, senzațiile haotice produse de leziunile nervoase sunt adesea percepute ca dureroase (mai degrabă decât fără sens).*

Pe lângă tiparele senzoriale pentru imaginile și sunetele familiare, animalele au, de asemenea, scheme pentru mișcările familiare între care ele aleg cu grijă. Un cormoran poate hotărî dacă să plutească pe deasupra apei în căutarea altei porții de hrană sau să zboare către alt iaz, sau să-și scuture aripile pentru a se usca (penele cormoranului nu au uleiul pe care îl au penele raței), sau doar să rămână prin împrejurimi, consultându-și, probabil, greutatea aripilor, gradul de umplere a stomacului, pornirile sexuale ș.a.m.d. Luarea de decizii este o activitate proprie tuturor animalelor; constă, de obicei, în cântărirea senzațiilor și pornirilor în genul celei făcute de economist, urmată de

un comportament standard din repertoriul animalului, adaptat circumstanţelor.

Bineînţeles, noi, oamenii, procedăm adesea în mod asemănător când alegem un restaurant, luând în considerare meniul lui, parcarea, preţul, timpul de drum şi aşteptare, şi ambianţa — comparând cumva toţi aceşti factori cu cei ai altor restaurante. În timp ce astfel de evaluări ale alternativelor par în special conştiente, având scop şi intenţionalitate, alegerile *per se* nu implică o viaţă mentală prea complexă — nu de tipul celei pe care o asociem cu adăugarea de noi variante la lista alternativelor pentru ceea ce urmează să facem în viitor. („Dacă există în oraş nişte restaurante *nord*-vietnameze ?“)

> *Din curiozitate, am scos un creion din buzunar şi am atins marginea unei pânze de păianjen. Imediat a apărut răspunsul. Pânza ţesută de ameninţătorul său locatar a început să vibreze, devenind o pată întunecată. Orice gâză şi-ar fi atins cleştele sau aripa de acea uimitoare capcană ar fi fost complet întemniţată. Pe măsură ce vibraţiile au încetinit, am putut vedea proprietarul pipăindu-şi firele pentru detectarea semnalelor de zbatere. Un creion era o imixtiune fără precedent în acest univers. Păianjenul era limitat la ideile sale de păianjen; universul său era un univers de păianjen. Tot ce se afla dincolo de el era iraţional, neesenţial, în cel mai bun caz, materie primă pentru păianjen. Continuându-mi drumul de-a lungul şanţului, profilându-mă ca o imposibilă umbră uriaşă, am realizat că, în lumea păianjenului, eu nu exist.*
>
> LOREN EISELEY, *The Star Thrower*, 1978*

Uneori un animal încearcă, în timpul jocului, o nouă combinaţie a tiparului senzorial şi de mişcare, găsind

mai târziu o utilizare pentru acea combinație. Deci ar trebui probabil să adăugăm și joaca pe lista atributelor inteligenței.

Oricum, multe animale se joacă doar în copilărie. A fi adult este o treabă serioasă, cu toate acele guri de hrănit, astfel că adulții n-au timpul sau dispoziția pentru „a se prosti". O perioadă juvenilă lungă, proprie antropoidelor și oamenilor, ajută cu siguranță mobilitatea, datorită acumulării de combinații utile. În plus, anumite direcții evoluționiste, inclusiv domesticirea animalelor, tind să prelungească existența trăsăturilor juvenile și în perioada de maturitate — ceea ce, de asemenea, poate spori mobilitatea.*

Nu înveți doar din propria ta experiență. Poți copia acțiunile altora, ca și maimuțele japoneze care au copiat tehnica inovatoare a unei femele de curățare a hranei de nisip.* Poți evita ceea ce pare să-i sperie pe alții, chiar dacă tu nu ai fost amenințat personal, și astfel de comportamente „superstițioase" pot fi depășite. Se poate pierde înțelesul originar al unor maxime de tipul „Nu călca pe vârf creanga curbată", dar transferul cultural între generații continuă timp de secole, fiind auto-suficient.

Un repertoriu larg de „mișcări bune" ușurează mult anticiparea, bineînțeles. Anticiparea pare inițial simplă, aproape prea simplă pentru a necesita o inteligență ridicată. Dar ni se pare așa pentru că noi confundăm anticiparea cu comportamentele periodice specifice speciilor.

Strângerea alunelor pentru iarnă de către veverițe pare a fi exemplul standard de planificare în regatul

animalelor. Iar noi știm acum care e mecanismul de funcționare a acestui tip de comportament. Hormonul melatonină, secretat de glanda pineală pe timpul întunericului, anunță apropierea iernii. Nopțile din ce în ce mai lungi au ca efect secretarea unor cantități din ce în ce mai mari de melatonină care, la rândul ei, declanșează strângerea de hrană și schimbarea blănii. Nu e nevoie de prea mult creier pentru acest tip de „planificare".

Bineînțeles, există alte comportamente create de activitatea inițială a creierului, al căror scop este aranjarea lucrurilor cu luni înainte. Comportamentele de împerechere au ca efect apariția progeniturilor după o întârziere considerabilă. Migrațiile periodice apar prin activitatea înnăscută a creierului sau sunt învățate de către pui și devin ritualuri adulte inconștiente. Bineînțeles, asemenea comportamente nu sunt rezultatele nici unui fel de *planificare.* Anotimpurile sunt eminamente previzibile; iar de-a lungul mileniilor, prin evoluție, plantele și animalele au fost formate să simtă semnele apropierii iernii prin intermediul unor mecanisme înnăscute absolut sigure: strângerea nucilor dă o „senzație de bine" pe măsura scurtării zilelor, la fel de mult ca și adulmecarea urmei unui feromon sexual din aer.

În anumite ocazii se poate observa o planificare de câteva minute, dar, după cum veți vedea, nimeni n-ar trebui, probabil, s-o numească *planificare.** Abținerea de la o mișcare deja planificată — ca atunci când maimuțele dintr-o cușcă văd unde este ascunsă hrana și o pot localiza douăzeci de minute mai târziu, când

sunt eliberate din cușcă — poate fi numită uneori „planificare". Este oare vorba doar de amintirea unei intenții? Un alt tip de dovezi discutate se referă la coordonarea spațială. Când albinele sunt închise într-un container opac și duse într-un loc la întâmplare, aflat la câțiva kilometri distanță de stup și apoi eliberate, ele stabilesc rapid cea mai bună cale spre nevăzutele surse de hrană preferate.* Este vorba de planificare sau doar de amintiri de referință ale profilului orizontului? Înainte de a stabili direcția corectă, albinele se rotesc mai întâi de câteva ori în zbor pentru a se orienta; dar foarte bine ele pot, în același timp, să cerceteze orizontul pentru a găsi câteva puncte de reper.

Probabil ar trebui să spunem că *planificarea* implică ceva nou, mai apropiat de modul nostru de a amâna când ne dăm seama că ceva poate fi lăsat fără grijă deoparte până mâine (și totodată evitat). Într-adevăr, ar trebui să păstrez termenul „planificare" pentru îmbinarea multiplelor mișcări ce precedă acțiunea — și nu pentru organizarea mișcărilor ulterioare, capabile să realizeze scopul, determinând, în plus, și o reacție inversă.

Dar, vai, există surprinzător de puține dovezi pentru acest tip de planificare stratificată la marile antropoide, chiar și în comportamentele lor obișnuite. După cum sublinia odată matematicianul Jacob Bronowski, nici unul dintre cimpanzeii pescuitori de termite „nu-și pierde seara scormonind și obținând pentru a doua zi o provizie frumușică de hrană".* Deși cimpanzeii sălbatici par adesea să sosească la un pom fructifer îndepărtat exact când fructele se coc, se punc

întrebarea cât este ritual de migrație și cât este planificare în totalitate concepută dinainte a unui singur drum?

În desfășurarea celor mai multe dintre mișcări, cum ar fi, de exemplu, ridicarea spre buze a unei cești de cafea, există timp pentru improvizație. Dacă ceașca este mai ușoară decât îți amintești, îi poți corecta traiectoria înainte să-ți lovească nasul. Astfel un plan complet conceput dinainte nu e necesar; o țintă și o elaborare parțială vor fi suficiente. Pornești în direcția generală și apoi îți corectezi traiectoria, la fel cum face și racheta către lună. Multe dintre poveștile despre „planificarea animalelor“ intră în acest tipar.

Planificarea multistratificată este probabil cel mai bine observată într-un tip avansat de inteligență socială: prin care alcătuiești un model mental al modelului mental al altcuiva, iar apoi îl exploatezi. Imaginați-vă un cimpanzeu strigând „mâncare!“, într-un loc unde nu se află hrană, apoi întorcându-se pe furiș în pădurea deasă acolo unde realmente a văzut mâncare mai devreme. În timp ce toți ceilalți cimpanzei fac ferfeniță tufișurile din locul unde s-a strigat, cimpanzeul care a țipat mănâncă el singur tot, în loc să trebuiască să împartă hrana.

Cu adevărat dificil însă este să faci dinainte un plan detaliat pentru o situație *unică* — precum acele resturi din frigider și ceea ce putem face cu ele. Necesită imaginarea unor scenarii multiple, fie că ești un vânător punând la cale diferite moduri de apropiere de o căprioară, fie că ești viitorolog, învârtind trei scenarii despre felul cum ar putea arăta o industrie în alt deceniu.* Comparativ cu antropoidele, facem o grămadă de astfel de planificări: suntem în stare chiar

să ținem uneori seama de avertismentul lui Edmund Burke din secolul al XVIII-lea: „Interesul public cere să facem astăzi ceea ce oamenii inteligenți și de bună-credință ar fi vrut încă de acum cinci sau zece ani să fi făcut."

Astfel, planificarea multistratificată a situațiilor noi este cu siguranță un aspect al inteligenței — într-adevăr, aspectul ce suferă o impresionantă amplificare în tranziția de la creierul antropoidei la creierul uman. Dar cunoașterea este, cred, un loc comun.

Mobilitatea, anticiparea și creativitatea sunt condiționate, bineînțeles, de existența unei cunoașteri prealabile. Nu poți fi un poet sau un om de știință fără un vocabular adecvat, dar definițiile inteligenței care pun accentul pe cunoaștere sau pe mecanismele sinaptice de memorie pierd din vedere esențialul; ele interpretează greșit reducționismul — practica de a reduce ceva la elementele fundamentale, care, în cazul de față, e dusă prea departe. Așa cum voi explica în capitolul următor, aceasta este greșeala pe care o fac adesea fizicienii conștiinței.

De pildă, Shakespeare n-a inventat vocabularul pe care l-a folosit. El a inventat combinațiile acelor cuvinte, cele mai remarcabile fiind metaforele ce permit transferul relațiilor de la un nivel la altul al discursului. Într-o manieră asemănătoare, mare parte din comportamentul inteligent constă în noi combinații ale vechilor elemente.

Logica deductivă este un alt aspect a *ceea ce* este inteligența, cel puțin în cazul celei umane. Cred că filozofii și fizicienii au fost nejustificat de mult impre-

sionați de facultatea umană a gândirii logice. Logica ar putea consta în presupunerea ordinii fundamentale a lucrurilor, à la Horace Barlow, însă doar în situația în care există o logică neambiguă subiacentă (matematica fiind exemplul cel mai grăitor în acest sens). Aproximarea „pe bucățele“, împreună cu presupunerile necesare unei împărțiri lungi pot opera subconștient atât de rapid încât să pară un salt către produsul „logic“ finit. Ar putea oare însemna asta că logica este o proprietate mai degrabă a subiectului analizat decât a procesului mental — că presupunerea este „regula jocului“ pentru calculele mentale ca și pentru gândirea creativă ?*

Lista lui *ce* poate fi extinsă mai departe, atât în direcția a ce este, cât și în direcția a ce nu este inteligența. Dar mă voi ocupa mai târziu de aspectul presupunerii ordinii al lui Barlow și, la un nivel mai general, de problema improvizării a lui Piaget, a felului cum trebuie să procedăm când alternativa nu este evidentă. Îmi dau seama că astfel exclud anumite utilizări ale cuvântului „inteligență“ ca, de exemplu, proiectare inteligentă sau inteligență militară, dar inteligența ca presupunere acceptă o gamă atât de largă de conotații ale termenului, încât vom proceda bine organizând analiza în jurul ei — cu condiția evitării confuziilor în privința conștiinței și a nivelurilor de explicație inadecvate.

Deși amestecul dintre agresivitatea de sorginte hormonală, dorința de putere socială și sexuală, înșelăciune, jocurile în care sunt permise anumite metode mai puțin ortodoxe, prietenie și dușmănie, și gluma de bună sau de proastă calitate, sună cunoscut..., nu există nici un mod re-

zonabil de a da seama de comportamentul multor primate (în special cel al cimpanzeilor) fără asumarea ideii că aceste animale înțeleg mare parte din ceea ce fac și caută să facă, și că ele inferează aproape la fel de mult ca și oamenii în privința intențiilor și atitudinilor semenilor lor.

JAMES L. GOULD și CAROL GRAND GOULD,
The Animal Mind, 1994*

3
Visul de mărire al portarului

Conștiința umană este unul dintre ultimele mistere care au supraviețuit. Un mister e un fenomen despre care oamenii nu știu încă ce să creadă. Au mai existat și alte mari mistere: misterul originii universului, al vieții și al reproducerii, misterul unui scop ascuns al naturii, al timpului, spațiului și gravitației. Acestea nu erau doar zone de ignoranță științifică, ci de totală confuzie și mirare. Încă nu avem răspunsuri la toate întrebările cosmologiei și fizicii particulelor, ale geneticii moleculare și teoriei evoluționiste, dar știm ce să credem despre ele...
În ce privește conștiința însă, ne aflăm într-o încurcătură teribilă. Conștiința rămâne astăzi singurul subiect ce-i lasă adesea fără grai și încurcați chiar și pe cei mai sofisticați gânditori. Și, la fel ca și în cazul celorlalte mistere, sunt mulți care insistă — și speră — că nu va exista niciodată o demistificare a conștiinței.

DANIEL DENNETT,
Consciousness Explained, 1991*

Cum spunea Charles Mingus despre jazz, nu poți improviza pornind de la nimic. Trebuie să improvizezi pornind de la ceva. Romanii aveau o vorbă: *Ex nihilo nihil fit.* Crearea unui nou plan de acțiune trebuie să pornească de undeva și apoi să îmbunătățeas-

că lucrurile. Cele două mari exemple de creativitate activă, evoluția speciilor și răspunsul imunitar, utilizează ambele procesul darwinist pentru a transforma începuturile modeste în ceva diferit calitativ. Dar confuziile privind conștiința (ca să nu mai vorbim despre confuziile privind nivelurile de mecanisme) ne conduc, de obicei, pe un drum greșit când încercăm să aplicăm darwinismul vieții noastre mentale. Acesta-i probabil motivul pentru care a trecut mai mult de un secol fără un prea mare progres al darwinismului mental.*

În capitolul precedent am discutat câte ceva despre ce este sau nu este inteligența. Aici voi încerca același lucru pentru conștiință, sperând să previn repetarea acelor argumente ce au deviat ideea lui William James. Există o largă suprapunere între conotațiile conștiinței și cele ale inteligenței, deși termenul „conștiință" pare să se refere la starea de veghe conștientă ca aspect al vieții noastre mentale, în timp ce inteligența tinde să se refere la imaginația sau eficiența vieții noastre mentale. Rețineți că cele mai avansate tipuri de intelect pot, în fapt, necesita procese conștiente (deci și subconștiente).

Cum ar trebui să abordăm explicarea necunoscutului ? Este bine să avem în minte strategii globale, în special ori de câte ori ne sunt oferite drept explicații prescurtări atrăgătoare, de către cei pe care filozoful Owen Flanagan îi numește „noii mistici". Folosind definiția epigramatică a misterului dată de Dennett, să ne oprim o clipă la acei fizicieni care speculează în

legătură cu felul în care poate avea mecanica cuantică un rol în conștiință, cum poate furniza „liber arbitru“ și o cale de scăpare din „determinism“ prin procesele mecanicii cuantice de la nivelul subcelular, în acele tuburi minuscule foarte subțiri ce se grupează adesea lângă sinapse.

N-am să ocup spațiul analizând amănunțit argumentele lor de mare succes la public (sau mai degrabă argumentele cărților lor de mare succes de casă), dar când te gândești cât de îngust cuprind (ca să nu mai vorbim despre cum explică) ei, de fapt, gama largă de teme implicate în problema conștiinței și inteligenței, ai putea simți (ca și mine) că ei reprezintă un exemplu pentru „mult zgomot pentru foarte puțin“. Mai mult, conform studiilor despre haos și complexitate, determinismul este de fapt o falsă problemă care nu necesită nici un fel de clauză specială a mecanicii cuantice și care-i potrivită doar pe post de gambit în conversațiile la un pahar. Cu câteva excepții notabile (care sunt neurospecialiștii eccleziastici, pe care îi numesc așa după un mare neuropsiholog australian, John C. Eccles) neurospecialiștii rareori vorbesc astfel; într-adevăr, rareori ne jucăm cu cuvintele când e vorba de conștiință.[*]

Și nu din cauza lipsei de interes; la urma urmei, principala noastră preocupare este funcționarea creierului. După o zi grea de ședințe pe teme științifice, ajungem la concluzia că, deși poate nu avem încă explicații cuprinzătoare pentru conștiință, știm totuși ce tipuri de explicații nu merg. Jocurile de cuvinte produc mai multă căldură decât lumină, și același lucru

e valabil și pentru explicațiile care doar înlocuiesc un mister cu altul.

Neurologii știu că o explicație științifică adecvată a vieții noastre interioare trebuie să fie mai mult decât un catalog de capacități mentale. Trebuie să explice și erorile caracteristice, pe care fizicienii conștiinței le ignoră — distorsiunile iluziilor, inventivitatea halucinațiilor, capcana mirajelor, nesiguranța memoriei, predispoziția noastră spre bolile mentale și apoplexii, rar observate la alte animale. O explicație trebuie să fie compatibilă cu multe fapte puse în evidență de cercetarea creierului din ultima sută de ani — cu ceea ce știm despre conștiință din studiile asupra somnului, atacurilor cerebrale și bolilor mentale. Avem astfel numeroase mijloace de respingere a unor idei altminteri atrăgătoare; și am auzit o grămadă în treizeci de ani de cercetare a creierului.

Există diferite unghiuri sub care se poate decupa viața noastră mentală. Am încercat să mă concentrez asupra conștiinței în *The Cerebral Symphony.** Un motiv pentru care voi evita mai târziu o discuție asupra conștiinței în favoarea celei asupra fundamentelor inteligenței este acela că aprecierile asupra conștiinței ajung repede să aibă ca punct terminus un observator pasiv mai degrabă decât unul care explorează lumea, care se aventurează în ea. Aceasta se poate observa în multe conotații ale conștiinței aflate în dicționar:

- capabil sau marcat de gândire, voință, intenție sau percepție;

• simțire personală, ca în „vinovăție conștientă";
• a percepe, înțelege sau remarca prin gândire sau observație cu un anumit grad de control (cu alte cuvinte, în totală cunoștință de cauză);
• a avea facultăți mentale, nemanifestate în timpul somnului, leșinului sau letargici: „Ea a devenit conștientă după ce anestezia a trecut" (cu alte cuvinte, trează);
• a face ceva sau a acționa în mod critic: „El a făcut un efort conștient de a evita aceeași greșeală" (aici „deliberat" poate substitui termenul „conștient");
• având posibilitatea de a remarca, a judeca sau aprecia: „El era un director conștient de valoarea negocierii";
• marcat de preocupare sau interes: „Ea era un director conștient de importanța bugetului";
• marcat de idei sau sentimente puternice: „Ei formează o societate conștientă de importanța problemei rasiale" (pentru ultimele trei utilizări, substitutul poate fi „sensibil").

Filozoful Paul M. Churchland a întocmit de curând o listă și mai bună, în care conștiința:

• utilizează memoria de scurtă durată (sau memoria de lucru, cum mai este uneori numită);
• este independentă față de stimulările senzoriale, în sensul că ne putem gândi la lucruri absente și ne putem imagina lucruri ce nu există;
• manifestă atenție distributivă;
• are capacitatea de a da interpretări alternative datelor complexe sau ambigue;
• dispare în somnul profund;
• reapare în vis;
• concentrează conținutul mai multor impresii senzoriale într-o singură experiență unificată.*

Din nou, această listă exprimă punctul de vedere al observatorului pasiv și nu al exploratorului, dar găsim

noțiunea piagetiană de inteligență inclusă într-o definiție a conștiinței la punctul „interpretări alternative“.

Printre oamenii de știință există tendința de a folosi termenul „conștiință“ cu înțelesul de conștiență și recunoaștere: de exemplu, Francis Crick și Christof Koch folosesc „conștiință“ referindu-se la „problema legăturii“ în recunoașterea și reamintirea obiectelor.* Dar faptul că aceste două facultăți mentale atât de diferite sunt desemnate în engleză printr-un singur cuvânt nu înseamnă că ele au același mecanism neural. La urma urmei, alte limbi pot asocia propriul lor cuvânt uneia sau alteia din conotațiile mai sus menționate ale termenului „conștiință“. Teoria talamo-corticală a lui Crick este foarte utilă pentru înțelegerea mecanismului recunoașterii obiectelor, dar ea nu spune nimic despre anticipare sau luarea deciziilor — și totuși acestea sunt adesea printre conotațiile conștiinței, cuvânt pe care el îl folosește. Este ușor să generalizezi doar prin cuvintele pe care le folosești. Dar afirmația că „Nici o alternativă nu e bună până nu înțelegem mai bine mecanismele“ nu este criticism.*

Cititorul poate deja concluziona cu temei că acele conotații ale conștiinței sunt un fel de test de inteligență verificând capacitatea cuiva de a nu se îneca în ambiguitate. În dezbaterile despre conștiință se face mereu confuzie între aceste conotații, iar participanții se comportă ca și cum ar crede în existența unei entități fundamentale comune — „un mic omuleț în cap“ — care vede tot. Pentru a evita supoziția unui mecanism comun tuturor conotațiilor, putem utiliza cuvinte diferite pentru conotații diferite, folosind, de

exemplu, sintagma „a-și da seama că“, pentru a evita termenul „conștient“. De obicei încerc să procedez astfel, dar există, de asemenea, și capcane în care cazi atunci când utilizezi termeni alternativi. Aceasta datorită a ceea ce poate fi denumit retroversiune.

Medicii, de exemplu, încearcă să evite cuvântul „conștiință“ vorbind despre gradul de excitabilitate ce poate fi atins de un pacient când se strigă la el și e împuns (comă, perplexitate, orientare, vigilență sau orientare deplină în spațiu și timp). E foarte bine atâta vreme cât cineva nu încearcă să facă retroversiunea în terminologia conștiinței; într-adevăr, o persoană în comă este inconștientă, dar a spune despre conștiență că este celălalt capăt al scării excitabilității poate induce serios în eroare.

Mai rău, echivalarea lui „conștient“ cu „excitabil“ poate fi interpretată ca atribuire de conștiință oricărui organism ce poate simți un stimul. Din moment ce capacitatea de a simți stimuli este o proprietate fundamentală a oricărui țesut viu, atât vegetal, cât și animal, conștiința e extinsă la aproape orice, mai puțin pietre; unii nespecialiști vorbesc deja despre conștiința plantelor. În vreme ce asta-i atrage pe unii și-i îngrozește pe alții, din punct de vedere științific este pur și simplu o strategie proastă (chiar dacă adevărată). Dacă arunci totul în „oala“ conștiinței și amesteci, îți reduci șansele de a înțelege ce este conștiința.

Cu atât de multe sinonime („în cunoștință de cauză“, „sensibil“, „treaz“, „excitabil“, „deliberat“ etc.) îți poți da seama de ce toți se cam încurcă atunci când vorbesc despre conștiință. Adesea poți observa schim-

barea conotațiilor cuvântului într-o singură discuție; în cazul cuvântului „galerie“, când un vorbitor înțelege prin el un lăcaș al artei, iar celălalt grupul fanilor unei echipe de fotbal, izbucnim în râs. Dar când vorbim despre conștiință, adesea nu sesizăm schimbarea (iar vorbitorii chiar exploatează ambiguitatea pentru a susține sau devia un argument). Ba, mai mult, cel puțin în comunitatea neurologilor cognitiviști, conotațiile conștiinței includ aspecte ale vieții mentale precum concentrarea atenției, vigilență, repetiție mentală, acțiuni voluntare, instruire subliminală, lucruri pe care nu știai că le știi, reprezentare vizuală, înțelegere, gândire, luarea de decizii, stări alterate ale conștiinței și dezvoltarea conceptului de sine la copil — care intră, de asemenea, în componența subconștientului și ale căror automatisme pot trece neobservate „sfătosului nostru în ale conștiinței“.

Mulți oameni cred că poveștile pe care ni le spunem noi înșine când suntem treji sau visăm tind să ne structureze conștiința. Poveștile sunt o parte importantă a cunoașterii de sine, și nu doar în sens autobiografic. Când jucăm un rol — ca și copilul de patru ani care se preface, jucându-se „de-a doctorul“ sau „de-a ceaiul dansant“ — trebuie să ieșim temporar din noi înșine, imaginându-ne în locul altcuiva și comportându-ne ca atare (această capacitate este una dintre cele mai bune definiții ale cunoașterii de sine).

Dar poveștile sunt un automatism al vieții noastre zilnice în propria piele. Începând de pe la vârsta de trei, patru ani, inventăm povești despre cele mai multe lucruri. Sintaxa este adesea o versiune prescurtată a po-

veștii: doar prezența cuvântului „prânz“ într-o propoziție ne face să căutăm variante pentru verbul „a mânca“, pentru hrană, loc și persoane prezente. Un verb precum „a da“ ne trimite la cele trei substantive necesare pentru a putea intra în roluri: un făptuitor, un obiect dat și un destinatar. Există o mulțime de relații standard, cu roluri familiare pentru jucători, iar noi ghicim din context ce se potrivește în locurile libere. Adesea ghicim bine, dar visele ilustrează același tip de confabulație observată la oamenii cu tulburări de memorie la care presupunerile greșite sunt tolerate fără de știre.

S-a spus recent că „percepția poate fi înțeleasă în primul rând ca modificare a unei anticipări“. Este întotdeauna un proces activ condiționat de așteptările noastre și adaptat situațiilor. În loc să vorbim despre a vedea și a ști, ar fi mai bine sa vorbim despre a vedea și a remarca. Remarcăm doar când căutăm ceva, și căutăm când atenția noastră este atrasă de vreun dezechilibru, o diferență între așteptările noastre și mesajul primit. Nu ne putem da seama de tot ceea ce se află într-o cameră, dar remarcăm dacă ceva s-a schimbat.

E. M. GOMBRICH,
Art and Illusion, 1960*

Cunoașterea de sine este asociată unei vieți mentale sofisticate, deci permiteți-mi să discut pe scurt ideea comună că „a-și da seama de sine“ (adesea numită și „conștiință de sine“) implică structuri mentale „inteligente“ sofisticate.

Cum știi ce mușchi să miști pentru a imita pe altcineva — să zicem, pentru a scoate limba ca reacție la vederea unui comportament asemănător? Trebuie să

te vezi mai întâi într-o oglindă pentru a face asocierea între imagine și comenzile musculare care o vor imita ?*

Nu. Nou-născuții umani pot imita unele dintre expresiile faciale pe care le văd, fără o asemenea experiență. Aceasta sugerează că există conexiuni înnăscute care leagă cel puțin anumite tipare senzoriale cu comenzile de mișcare corespunzătoare — că suntem „conectați să imităm“ până la un punct. Asemenea conexiuni explică de ce anumite animale se pot recunoaște într-o oglindă, în timp ce altele își tratează propria imagine ca pe alt animal care trebuie convins sau amenințat. Cimpanzeii, bonobii și urangutanii se pot recunoaște fie imediat, fie după câteva zile de experiență repetată; gorilele, babuinii și majoritatea celorlalte primate nu pot. Dacă i se pune în cușcă o oglindă care îi reflectă imaginea în mărime naturală, o maimuță capuțin (*cebus* fiind cele mai inteligente dintre maimuțele din Lumea Nouă, și cei mai buni utilizatori de unelte) poate petrece săptămâni întregi amenințând „celălalt animal“.* În mod normal, unul dintre animale ar lăsa-o mai moale după o perioadă scurtă, recunoscându-l pe celălalt ca dominant. Dar în cazul maimuței din oglindă nimic nu e rezolvat definitiv; chiar dacă maimuța capuțin încearcă un comportament supus, la fel face și celălalt animal. În cele din urmă, capuținul începe să fie atât de deprimat de conflictul social nerezolvat, încât experimentatorii trebuie să îndepărteze oglinda.

Ce ar putea implica auto-recunoașterea ? Acțiunile produc așteptări cu privire la influxul senzorial rezultat din ele (așa-numita copie eferentă), iar astfel

potrivirea perfectă a acestor predicții senzoriale cu stimulii de la piele și mușchi în timpul mișcărilor reduse va furniza un mod de recunoaștere a propriei persoane într-o imagine. În cazul animalelor sălbatice, o potrivire perfectă a mișcărilor imaginii cu predicțiile interne pentru mișcări faciale ar fi cu siguranță neobișnuită, din moment ce ei își văd extrem de rar propria lor față.

Problema conștiinței de sine în literatura zoologică poate gravita în jurul a ceva atât de simplu precum atenția acordată predicțiilor despre senzațiile faciale. Aceasta concentrează cu siguranță o parte din considerațiile asupra conștiinței, dar cu greu poate fi văzută de cineva ca pivotul acestora. Auto-recunoașterea implică, desigur, atât presupunerea corectă a lui Horace Barlow, cât și sofisticatul dibuit al lui Piaget, dar aș pune-o pe lista a ce nu este inteligența. Recunoașterea de sine este însă oricum mult mai la obiect decât câmpurile cuantice.

Enigmele mecanicii cuantice chiar au de-a face cu aspectele conștiente ale vieții noastre mentale ? Sau invocarea mecanicii cuantice în contextul conștiinței este doar un alt exemplu de greșeală ce sugerează că o zonă cu efecte misterioase presupus tainice — haosul, automatele auto-organizatoare, fractalii, economia, vremea — ar putea fi legată cu alta la fel de misterioasă ? Cele mai multe dintre asociațiile de acest tip combină lucruri fără legătură între ele, iar când cele două zone sunt la capetele opuse ale spectrului fenomenelor enigmatice, argumentul este extrem de suspect.

Reducerea lucrurilor la fundamente — strigătul disperat al tuturor fizicienilor — este o strategie științifică excelentă atâta vreme cât fundamentele sunt la un nivel adecvat de organizare. În entuziasmul lor reducționist, fizicienii conștiinței se comportă ca și când ei n-ar fi auzit despre una dintre principalele caracteristici ale științei: *nivelurile explicației* (frecvent asociate cu *nivelurile mecanismului*). Specialistul în științele cognitive Douglas Hofstadter dă un bun exemplu de niveluri atunci când subliniază că un blocaj de circulație nu se produce din cauza unei singure mașini sau a elementelor ei.* Blocajele de trafic sunt un exemplu de auto-organizare, mai ușor recunoscut când ele dobândesc o formă extremă de cvasistabilitate — cristalizare cunoscută ca paralizare totală a unei zone largi datorită ambuteiajelor din intersecțiile principale. Un blocaj întâmplător se poate datora componentei pană, dar bujiile vinovate nu sunt un nivel de analiză prea edificator — nu în comparație cu traficul încărcat, intervalul confortabil dintre mașini, timpii de reacție ai șoferilor, aranjarea semafoarelor și greșeala șoferilor de a accelera la pante.

Nivelurile de explicație prea elementare sunt cu totul irelevante pentru blocajele de circulație — în afară de cazul în care oferă analogii utile. Într-adevăr, principiile de coeziune, raportul dintre suprafață și volum, cristalizarea, dezordinea și fractalii sunt observate la multiple niveluri de organizare. Faptul că același principiu este observat la câteva niveluri nu înseamnă însă că el este un *mecanism* acoperind toate nivelurile: ceea ce constituie o analogie nu este un mecanism.

Nivelurile cvasistabile fac mai ușor de evidențiat auto-organizarea, în special când apar elementele componente — asemenea cristalelor. Din moment ce căutăm câteva analogii utile explicării vieții noastre mentale, merită să examinăm cum au funcționat nivelurile de explicație în altă parte. Tumultul combinațiilor întâmplătoare produce din când în când o nouă formă de organizare. Anumite forme, precum celulele hexagonale ce apar în terciul de ovăz de pe foc, când uiți să-l amesteci, sunt efemere. Alte forme pot avea o „rotiță cu clinchet“ care previne recăderea la vechea organizare, odată ce o anumită nouă ordine este dobândită. Unele din cele mai bine cunoscute dintre aceste forme cvasistabile sunt cristalele, iar altele sunt configurațiile moleculare, și e chiar posibil să existe forme cvasistabile la nivelurile intermediare — cum ar fi stările cuantice microtubulare, unde le-ar plăcea fizicienilor conștiinței să se situeze procesele conștiinței.

Stabilitatea stratificată se referă la susținerea unor asemenea niveluri cvasistabile.* Formele de viață implică susținerea câtorva dintre ele; din când în când, ele se prăbușesc, ca un castel de cărți de joc, și cele mai înalte forme de organizare se dezintegrează (iată un mod de a înțelege moartea).

Între mecanica cuantică și conștiință sunt probabil o grămadă de astfel de niveluri de organizare persistente: exemplele includ legăturile chimice, moleculele și auto-organizarea lor, biologia moleculară, genetica, biochimia, membranele și canalele lor ionice, sinapsele și neurotransmițătorii lor, neuronul însuși, circuitul neural, coloanele și modulele, dinamica cor-

ticală la o scară mai largă ş.a.m.d. În neuroştiinţe, cineva este întotdeauna conştient de aceste niveluri datorită concurenţei acerbe a specialiştilor ce lucrează la nivelurile învecinate.

O alterare accidentală a conştiinţei se datorează defecţiunii majore a anumitor tipuri de sinapse. Dar un nivel mai potrivit de investigare a conştiinţei este, probabil, nivelul de organizare imediat subiacent celui al percepţiei şi planificării: după toate probabilităţile, (în viziunea mea) schema circuicităţii cortexului cerebral şi auto-organizarea dinamică implicând structurile de conexiune ale activităţii permanente a regiunilor corticale de mărimea timbrelor poştale. Cu siguranţă, conştiinţa, în oricare din variatele sale conotaţii, nu este localizată jos, la subsolul chimiei sau la subsubsolul fizicii. Această încercare de a ajunge, printr-un singur salt, din subsubsolul mecanicii cuantice pe acoperişul conştiinţei este ceea ce eu numesc „Visul de mărire al portarului".

Mecanica cuantică este, probabil, esenţială pentru conştiinţă cam în acelaşi fel în care cristalele erau odată esenţiale radiourilor sau cum sunt încă esenţiale bujiile pentru blocajele de circulaţie. Necesară, dar nu suficientă. Interesantă în sine, dar un subiect legat doar de departe cu viaţa noastră mentală.

Şi totuşi, pentru că mintea pare „diferită" de simpla materie, mulţi oameni încă presupun — în ciuda celor menţionate anterior — că ea trebuie explicată ca având o natură spirituală. Dar mintea trebuie văzută ca un cristal — având în componenţă aceeaşi veche

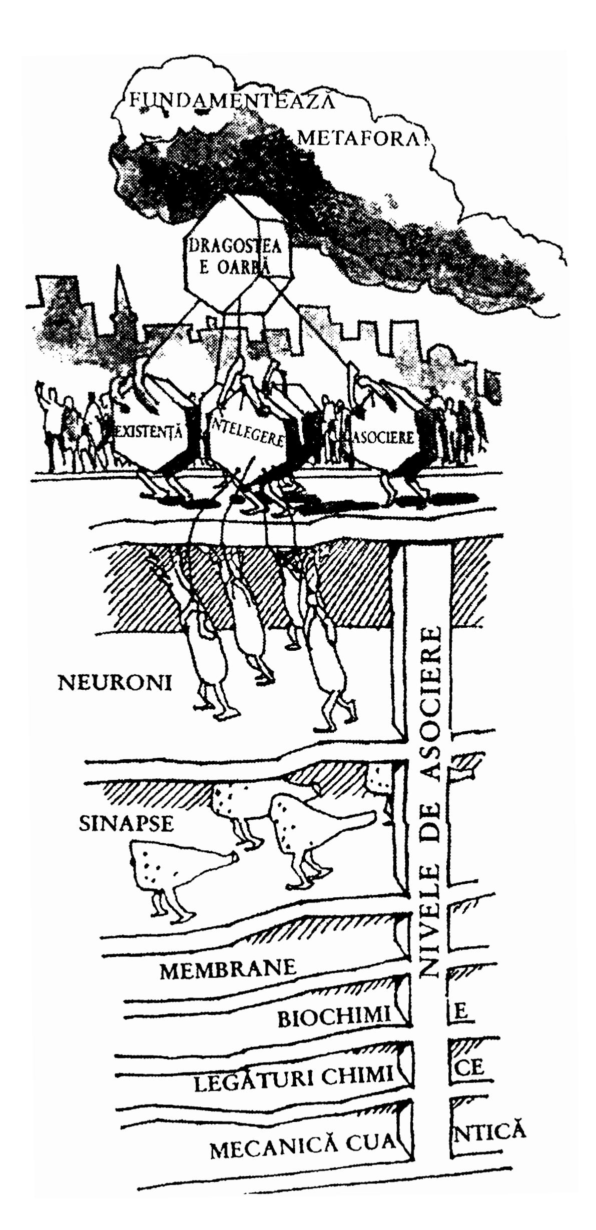
materie și energie ca orice altceva, însă fiind temporar organizată ceva mai complicat. Aceasta nu e nicidecum o idee nouă; iată ce spunea Percy Bysshe Shelley la începutul secolului al XIX-lea:

> Convingerea marii majorități a ființelor umane a fost aceea că sensibilitatea și gândirea [ca opuse materiei] au propria lor natură, mai puțin predispusă diviziunii și descompunerii, iar când corpul este descompus în elementele sale, principiul care l-a animat va rămâne veșnic și neschimbat. Oricum însă e probabil ca ceea ce noi numim gândire să nu existe efectiv, la fel ca și relația dintre anumite părți ale masei infinit de variate din care este compus restul universului, care încetează să existe de îndată ce acele părți își schimbă poziția unele față de altele.

Structura fluxului de circulație din creiere este mult mai complicată decât aceea a mișcării vehiculelor; din fericire, în muzică există câteva asemănări pe care le putem folosi pentru analogii. Înțelegerea conștiinței și a inteligenței va necesita metafore mai bune și mecanisme concrete, iar nu întoarcerea la jocurile de cuvinte sau spiritisme.

Fantomele sunt o altă versiune a naturii spirituale a minții, și e interesant pentru analiza noastră a vieții mentale creatoare, să vedem ce s-a întâmplat cu acest concept. Fantomele ilustrează celălalt aspect creativ al minții, rolul memoriei.

Însăși prezența cuvântului „fantomă“ în majoritatea limbilor arată că destul de mulți oameni au simțit nevoia să vorbească despre lucrurile inexplicabile pe care le-au văzut sau auzit. De ce atât de mulți oameni au considerat că fantomele sunt reale? Acesta să fie locul de unde a pornit ideea de spirit necorporal al lumii?


FUNDAMENTEAZĂ
METAFORA!
DRAGOSTEA E OARBĂ
EXISTENȚĂ
ÎNȚELEGERE
ASOCIERE
NEURONI
SINAPSE
MEMBRANE
BIOCHIMIE
LEGĂTURI CHIMICE
MECANICĂ CUANTICĂ
NIVELE DE ASOCIERE

Acum știm că fantomele par reale datorită unor greșeli ale creierului. Unele sunt triviale, greșeli de fiecare zi, iar altele se datorează anomaliilor somnului cu vise; altele sunt date la iveală de mici crize de epilepsie sau de procesele patologice observate în psihoze. Le numim halucinații; ele implică mai degrabă sunete false decât apariții false. Oamenii și lucrurile sunt înfățișate în aceste halucinații cam de-a valma, la fel cum apar și în încâlceala viselor noastre de noapte.

Reamintiți-vă că ceea ce vedeți în circumstanțe normale își datorează stabilitatea unui model mental pe care îl construiți. Ochii dumneavoastră scrutează într-adevăr totul cu privirea, producând pe retină o imagine la fel de proastă ca aceea a unui operator video amator, o parte din lucrurile pe care crezi că le-ai văzut fiind, de fapt, completate din memorie.

Într-o halucinație, acest model mental este dus la extrem: amintiri stocate în creier sunt interpretate ca stimul senzorial obișnuit. Câteodată asta se întâmplă când te forțezi să te trezești, când paralizia musculară din timpul somnului cu vise nu s-a destrămat ca de obicei. Elementele visului se suprapun imaginii oamenilor reali care se mișcă prin dormitor. Sau poți auzi o rudă moartă adresându-ți-se cu fraze familiare. Jumătate din creier este treaz, iar restul visează în continuare. Cu puțin noroc, îți dai seama de asta și nu încerci să dai o interpretare mai exotică. La urma urmei, fiecare dintre noi cunoaște simptome de demență, iluzii și halucinații în cursul somnului cu vise; suntem obișnuiți să nu ținem cont de asemenea lucruri.

Și totuși halucinațiile pot să apară nu doar noaptea când ești lungit în pat, ci și ziua când ești treaz în

timpul lucrului. Eu cred că multe dintre aceste „fantome“ sunt doar simple erori cognitive, ca una care mi s-a întâmplat recent: am auzit în bucătărie un sunet foarte clar, ca un ronțăit, care s-a repetat o clipă mai târziu. „Aaa!“ m-am gândit în timp ce continuam să dactilografiez, „în sfârșit pisica își mănâncă hrana uscată.“ Mi-au mai trebuit încă două secunde până să realizez că pisica — vai! — era moartă de câteva luni, după ce făcuse nazuri la mâncare o lungă perioadă de timp. Ceea ce am auzit atât de vag s-a dovedit a fi dispozitivul de dezghețare automată al frigiderului nostru — e ceva mai fin decât zgomotul dispozitivelor de înghețare uzuale — și am presupus din obișnuință ce ar putea însemna sunetul, fără a lua în considerare situația.

Întotdeauna facem presupuneri, completăm cu detalii când se aude un zgomot slab. O ușă scârțâind din cauza vântului poate suna destul de asemănător cu scheunatul de foame al dragului tău cățel dispărut, pentru ca tu să-ți „auzi“ din nou câinele. Odată ce această amintire este rechemată, poate fi foarte greu să reiei adevăratul sunet pe care l-ai auzit — și astfel completarea cu detalii din memorie devine realitatea percepută. Asta nu e neobișnuit; o facem tot timpul, după cum remarca acum un secol William James:

> Când ascultăm o persoană vorbind sau când citim o pagină tipărită, mult din ceea ce credem că vedem sau auzim este furnizat de memoria noastră. Ne scapă greșelile de tipar, imaginându-ne literele corecte, deși le vedem pe cele greșite; și cât de puțin auzim de fapt când ascultăm un discurs, realizăm când mergem la un teatru străin; căci ceea ce ne supără nu e atât faptul că nu putem înțelege ce zic actorii, cât faptul că nu putem auzi cuvintele lor. Realitatea

> e că, în condiții similare, auzim tot atât de puțin și acasă, numai că mintea noastră fiind plină de asociații verbale englezești, furnizează materialul necesar înțelegerii pe baza unei mult mai ușoare sugestii auditive.*

Această completare din memorie este o parte a ceea ce e cunoscut drept *percepție categorială*; noi o numim halucinație când nu ne dăm seama ce a declanșat-o. Dacă sunetul nu se repetă, s-ar putea să nu fim în stare să comparăm percepția noastră completată cu originalul; din fericire, acolo unde e vorba de fenomene vizuale, putem adesea arunca o a doua privire, detectând eroarea înainte să dăm credit „apariției".

Acum se știe că sugestibilitatea (nici măcar nu e nevoie de hipnoză) și stresul (nici măcar nu e necesară supărarea) pot spori tendințele noastre naturale de a trage concluzii pripite, permițând amintirii lor să fie interpretată ca realitate curentă. Fiind intrigat de ceva, aș fi putut să nu caut o explicație alternativă înainte de a fi prea târziu pentru găsirea adevăratei surse a sunetului din bucătărie. Mai târziu, reamintindu-mi că am „auzit" pisica moartă, aș fi putut cădea în explicațiile neștiințifice banale: „A fost o fantomă!" sau „Trebuie să-mi fi pierdut mințile! Alzheimer-ul e de vină!" Ambele posibilități sunt înfricoșătoare și ambele foarte improbabile. Dar, dacă ele sunt singurele explicații care ți se oferă, poți avea o serioasă stare de disconfort.

Au eliminat explicațiile științifice fantomele din cultura noastră? Cel puțin pentru cei aflați la vârstă școlară, noțiunea de fantomă rămâne în întregime o emoție ieftină (din exact aceleași motive pentru care dinoza-

urii sunt atât de populari printre copii: ei sunt o combinație potențială triplă, de „mare“, „înfricoșător“ și „moarte sigură“). Epilepticii cu leziuni ale lobului temporal nu consideră fantomele deloc amuzante, înainte ca doctorii să le explice halucinațiile pe care le suferă. Rudele îndurerate își pot dori, retrospectiv, ca cineva să le fi prevenit cu privire la halucinațiile fără sens.

În acest caz, știința (pentru cei a căror educație o include) poate elimina ceea ce era odată un mister înfricoșător. Nu numai că știința ne dă putere, punând bazele unei mai bune tehnologii, dar ea ajută în primul rând la prevenirea necazurilor. Cunoașterea poate fi ca un vaccin, imunizându-ne împotriva temerilor false și a mișcărilor greșite.

Mai există o a doua variantă neuroștiințifică a poveștii cu fantome: încântătoarea expresie a filozofului Gilbert Ryle, „fantoma din mașină“, se referă la „micul omuleț dinăuntru“ pe care-l postulăm de obicei când ne gândim la „noi“, cei din interiorul propriilor creiere.* Această manieră de a ne referi la noi înșine i-a determinat pe câțiva cercetători să vorbească despre „interfața“ dintre „minte“ și creier, dintre cognoscibil și incognoscibil. Nu e cumva propunerea carteziană a glandei pineale îmbrăcată în haine moderne de către noii mistici?

Acum facem un mare progres înlocuind asemenea pseudospirite cu analogii fiziologice mai potrivite — și chiar, în anumite cazuri, cu mecanisme cerebrale concrete. Tot așa cum o generație anterioară de oameni de știință au eliminat cu folos fantomele exterioare,

îmi place să cred că stadiul actual al cunoașterii substitutelor spiritului va ajuta oamenii să gândească mai clar despre ei înșiși și să interpreteze simptomele bolii mentale.

Fizicienii conștiinței, prin modul lor de a pune problema, cu siguranță nu intenționează să spună încă o poveste cu fantome. Ei doar se distrează speculând, în maniera scriitorilor de science-fiction (și totuși, gândiți-vă ce ciudat ar fi ca specialiștii în neuroștiințe să speculeze în legătură cu enigmele fizicii, chiar și aceia dintre ei — și sunt destui — care au făcut câteva cursuri de mecanică cuantică). Dar de ce se iau acești fizicieni atât de în serios, când ei ignoră o grămadă de niveluri de organizare din afara propriei lor specialități ? Specializarea însăși este, poate, o parte din răspuns și probează unul din riscurile inteligenței.

Specializarea în științe înseamnă să pui întrebări la care se poate răspunde, care necesită focalizarea pe detalii — iar aceasta ia mult timp și energie. Însă nici unul dintre noi nu vrea cu adevărat să renunțe la acele minunate discuții cu studenții despre Marile Întrebări. Ne-au preocupat aceste întrebări. Ele sunt cele care ne-au atras spre știință, în primul rând. Ele nu sunt demodate ca fantomele. Dar dezvoltarea intelectuală ulterioară a oamenilor de știință activi îmi amintește câteodată de senzația pe care o ai când ești prins într-un canal în timp ce nivelul apei crește. Cel puțin în Seattle, e ca și cum ai fi într-o cadă gigantică având în față priveliștea unui oraș pe marginea unei imensități de ape, a unor crescătorii de pește, munți și spectatori. Odată tras dopul, barca în care te afli se

scufundă și atenția îți este atrasă de formarea vârtejurilor, care trag bărcile la fund. Sunt fascinante. Dacă înfigi o vâslă într-unul poți face mai multe alte vârtejuri. Teoriile auto-similitudinii se propun singure și astfel începe digresiunea despre fractali.

Fiind în interiorul acestei căzi de baie supradimensionate, ar trebui să-ți ridici privirea din experimentele și teoretizările tale, și priveliștea va fi devenit un petic dreptunghiular de cer. Acum privești afară, din interiorul unei cutii mari și umede ai cărei pereți sunt înalți cât o casă cu unul sau două etaje. În peticul de lumină solară de pe peretele nordic al cutiei sunt câteva umbre ale oamenilor stând pe marginea de sus. Ca în peștera lui Platon, începi să interpretezi umbrele de pe pereți făcând presupuneri imperfecte despre ceea ce se întâmplă realmente acolo. Ceea ce par să fie doi oameni lovindu-se unul pe altul se dovedește a nu fi nimic altceva decât o persoană stând în fața celeilalte și gesticulând zdravăn în timp ce poartă o discuție.

Iată ce poate fi specializarea: o imagine nu prea mare, dacă nu ieși la aer din când în când să admiri scena, să vezi întregul context.

Prețul progresului este adesea nefamiliarizarea cu alte niveluri de organizare, exceptându-le pe cele imediat inferioare sau superioare specialității (un chimist poate ști biochimie și mecanică cuantică, dar nu prea multe din neuroanatomie). Când nu ai alte date decât cele furnizate de propria viață mentală, e ușor să dai interpretări fanteziste umbrelor de pe perete. Totuși, uneori asta-i tot ce poți face, iar Platon și Descartes au făcut-o foarte bine, la vremea lor.

Dar când poți face mai mult, de ce să te mulțumești cu o catalogare a umbrelor ? Sau să continui să faci jocuri de cuvinte ? Cineva realizează până la urmă că însuși cuvântul este o aproximație foarte săracă a procesului pe care îl reprezintă. Până la sfârșitul acestei cărți, cititorul va fi în stare, sper, să-și imagineze anumite procese neurale ce pot avea ca rezultat conștiința — procese ce pot opera suficient de rapid pentru a constitui o inteligență ageră.

Descrierea vieții noastre mentale mai presupune o dificultate bine cunoscută, vechea capcană a subiectivității asociată cu punctul de vedere, ceea ce înseamnă că există încă două vârtejuri în jurul cărora trebuie să navigăm.

Punctul de vedere conform căruia observatorul este pasiv, pendulând la nivelul mentalului (care e la mijloc) între senzație și acțiune, conduce către tot felul de necazuri filozofice inutile. În parte, pentru că senzația este doar o jumătate de buclă, și de aceea nu trebuie să ținem seama de rolul ei în pregătirea acțiunii. Unele dintre legăturile mai complicate ale senzației cu acțiunea sunt numite „reflexe corticale“, dar e necesar să înțelegem, de asemenea, cum este legată în mod inteligent gândirea cu acțiunea, când bâjbâim după un nou curs al acțiunii. Ignorarea mentalului de mijloc, cum au făcut psihologii behavioriști cu o jumătate de secol în urmă, nu mai este o soluție. Ceea ce fac de obicei specialiștii în neuroștiințe este să investigheze pregătirea pentru o mișcare; asta ne apropie de procesul gândirii.*

Adesea vorbim despre activitățile noastre mentale ca fiind subdivizate în faze de simțire, gândire și acțiune. Dar problema este că lucrurile se petrec într-un singur punct în spațiu și timp. Toate acțiunile interesante din creier implică structuri spațiotemporale ale activității celulare — nu departe de ceea ce constituie o melodie muzicală, unde spațiul este claviatura sau scara muzicală. Toate senzațiile noastre sunt structuri desfășurate în timp și spațiu, precum senzația din degetele tale când ești gata să întorci pagina. La fel, toate mișcările noastre sunt structuri spațiotemporale implicând diferiții mușchi și momentele la care sunt activați. Când întorci pagina activezi cam tot atât de mulți mușchi câți folosești pentru a cânta la pian (și până nu îi sincronizezi corect nu vei fi în stare să separi pagina următoare de rest). Totuși, adesea încercăm să înțelegem evenimentele mentale tratându-le ca și cum ar fi apărut într-un anumit loc și s-ar fi întâmplat la un anumit moment.

Dar tot ceea ce se află în centrul mental constituie, de asemenea, o structură spațiotemporală — descărcările electrice ale diverșilor neuroni — și n-ar trebui să considerăm aceste descărcări ca având loc într-un anumit punct în spațiu (de pildă, un neuron anume), iar decizia ca fiind luată la un anumit moment în timp (de exemplu, momentul când neuronul respectiv descarcă un impuls), ca și cum o percepție sau un gând ar consta în cântarea unei singure note. Am cunoștință doar despre un singur asemenea caz la vertebrate (din când în când natura face lucrurile convenabile pentru neurofiziologi): este un reflex de eliberare la

pești, transmis ușor printr-un singur mare neuron din trunchiul cerebral a cărui descărcare determină o puternică lovitură de coadă. Dar funcții mai complicate implică inevitabil conlucrarea unui mare număr de celule, ale căror acțiuni sunt desfășurate în timp, iar acesta e un concept mult mai dificil. Pentru înțelegerea unor funcții intelectuale mai complicate trebuie să ne îndreptăm atenția spre structurile spațiotemporale ale creierului, acele melodii ale cortexului cerebral.

Riscurilor navigației li se adaugă și cele ale alegerii elementelor explicației, astfel încât să nu înlocuim pur și simplu un mister cu altul. Abandonarea prematură este cel mai evident risc în alegerea elementelor explicației — câteodată noi oprim prea devreme mecanismele candidate la supraviețuire, ca atunci când explicăm prin spirite sau mecanică cuantică.

Trebuie, de asemenea, să ne păzim de riscurile de a avea de-a face cu punctele terminus ale unei „explicații“ : ideea, aparținând curentului New Age, că totul e în legătură cu totul și explicațiile reducționiste sunt un nivel nepotrivit de organizare (ceea ce de fapt fac fizicienii conștiinței și neurospecialiștii ecleziastici, în opinia mea nu-prea-umilă).

Explicarea vieții mentale este o sarcină importantă și poate ați observat că aceasta este o carte foarte subțire. După cum am mai spus, în locul explorării în continuare a conotațiilor conștiinței, o să atac altfel problema, concentrându-mă pe structurile vieții noastre mentale ce sunt asociate cu inteligența. Inte-

ligența înseamnă improvizare, crearea unor largi repertorii de comportamente, „mișcări bune“ pentru diferite situații. O concentrare asupra inteligenței acoperă cam același teritoriu ca și concentrarea asupra conștiinței — dar evită multe dintre riscurile călătoriei. Cel mai important, repertoriul mișcărilor bune este un punct terminus foarte diferit de instantaneele contemplației pasive. Cu siguranță e mai ușor să găsești o continuitate între noi înșine și restul regnului animal prin studierea subiectului inteligenței, în comparație cu harababura pe care-o creăm când încercăm să discutăm despre „conștiința“ animală. Astfel, următoarea sarcină este să aruncăm o privire scurtă acolo de unde ar putea proveni presupunerea corectă, în termeni evoluționiști.

Paradoxul conștiinței — conform căruia, cu cât cineva are mai multă conștiință, cu atât este mai separat de lume prin procesarea specifică — este unul dintre atâtea altele în natură. Distanțarea progresivă de lumea externă este doar prețul plătit pentru a ști cât de cât ceva despre lume. Cu cât conștiința noastră despre lume devine mai adâncă și mai largă, cu atât mai complexe devin etapele procesării necesare pentru a obține acea conștiință.

DEREK BICKERTON,
Language and Species, 1990*

4
Evoluția animalelor inteligente

După câte știu, toate antropoidele se comportă în fiecare moment al vieții lor ca și cum ar avea minți foarte asemănătore cu a mea. S-ar putea să nu fie în stare să gândească atâtea lucruri ca mine sau la fel de profund, și nici să nu poată planifica într-atât de departe ca mine. Ca orice maimuțe, antropoidele fac unelte și își coordonează acțiunile în timpul vânării prăzii. Însă nu s-a observat nici o antropoidă care să facă planuri suficient de îndepărtate încât să îmbine capacitățile de fabricare a uneltelor cu cele de vânătoare în atingerea unui singur scop. Asemenea activități constituiau un element esențial în viața primilor hominizi. Aceste capacități sporite pe care le am ca ființă umană sunt motivul pentru care sunt în stare să-mi construiesc propriul adăpost, să-mi câștig salariul și să urmez legile scrise. Ele îmi permit să mă comport ca o persoană civilizată, însă asta nu înseamnă că eu „gândesc“ în timp ce antropoidele doar „reacționează“.

SUE SAVAGE-RUMBAUGH, 1994*

A răspunde întrebărilor de tipul *cum* este adesea, pentru noi, cea mai scurtă cale de a răspunde la întrebarea *de ce*. Să ne amintim că răspunsurile la întrebarea „cum funcționează mecanismele?“ îmbracă două forme extreme, cunoscute uneori sub denumirea de

„cea mai apropiată“ și „cea mai îndepărtată“ cauză.*
Chiar specialiștii le mai confundă uneori, pentru a descoperi mai apoi că au discutat despre două fețe ale aceleiași monede. De aceea cred că sunt necesare câteva clarificări prealabile.

Când întrebi „cum funcționează asta ?“, termenul *cum* poate fi înțeles uneori într-un sens restrâns, mecanic — cum funcționează ceva acum, într-o persoană anume. Alteori, termenul *cum* poate fi înțeles în sens larg, evoluționist — implicând o serie de populații de animale care se transformă pe parcursul evoluției speciilor.* Utilizat în primul său sens, termenul *cum* se referă la mecanismele fiziologice ce stau la baza comportamentului inteligent; mecanismele preistorice care au creat creierele noastre actuale sunt răspunsul la celălalt tip de *cum*. Poți uneori să „explici“ într-un singur sens, fără să atingi, fie și în treacăt, celălalt sens al lui *cum*. O asemenea falsă înțelegere a completitudinii este, bineînțeles, cel mai bun mod de a rămâne descoperit într-un loc sau altul.

Mai mult, există diferite niveluri ale explicației în ambele cazuri. Întrebările *cum* privitoare la fiziologie pot fi puse la multe niveluri diferite de organizare. Atât conștiința, cât și inteligența reprezintă cea mai înaltă culme a vieții noastre mentale, și totuși ele sunt confundate adesea cu procese mult mai elementare — cu ceea ce ne permite să recunoaștem un prieten sau să legăm un șiret. Cel mai probabil, asemenea mecanisme neurale mai simple reprezintă nucleul din care s-au dezvoltat capacitățile noastre de mânuire a logicii și metaforei.

Întrebările *cum* privind evoluția au, de asemenea, o serie de niveluri ale explicației: a spune doar că „o mutație a produs aceasta“ e puțin probabil să constituie un răspuns satisfăcător la o întrebare ce implică populații întregi.

Pentru a înțelege în cele mai mici detalii propria noastră inteligență sunt necesare ambele tipuri de răspunsuri — fiziologic și evoluționist — în multiplele lor variante. Ele ne pot ajuta chiar să înțelegem cum poate evolua o inteligență extraterestră sau artificială — contrar creației de sus în jos.

Cu toții am admirat vulturii pleșuvi în timp ce vasul de croazieră se strecura prin îngusta trecătoare a vârfului Strait of Georgia, între insula Vancouver și uscatul continental British Columbia. În fiecare cuib de vultur, părinții erau ocupați să umple ciocurile căscate.

Am urmărit un corb eu însumi. Găsise o scoică și se străduia să-i spargă cochilia pentru a ajunge la conținut. A luat scoica în plisc, a zburat la o înălțime considerabilă, apoi a lăsat-o să cadă pe o porțiune de piatră a țărmului. A trebuit să repete de trei ori operația până să-și poată ciuguli hrana din cochilia zdrobită. A fost un comportament instinctiv, învățat din experiența altora, învățat prin încercări repetate și succes întâmplător sau a fost inovație inteligentă ? A studiat problema vreun corb ancestral și apoi a ghicit soluția ? Avem dificultăți în detectarea treptelor intermediare între „a reacționa“ și „a gândi“, însă avem, de asemenea, și o convingere gratuită că „mai mult înseamnă

mai bine" — că a avea mai multe opțiuni comportamentale este mai bine decât a avea mai puține.

Natura este plină de specialiști care fac foarte bine doar un anumit lucru — ca un actor dramatic ce joacă doar un singur tip de rol, neavând niciodată un repertoriu. Cele mai multe dintre animale sunt specialiști. Gorila de munte, de exemplu, digeră zilnic douăzeci și cinci de kilograme din aceeași și aceeași verdeață asortată. Hrana ursului panda este la fel de specializată. Pentru a afla ce le place să mănânce, nici gorila și nici panda nu au nevoie să fie mai deștepți decât un cal. Se poate ca înaintașii lor să fi fost nevoiți să-și manifeste inteligența în alte activități, dar acum gorila și panda și-au restrâns aria îndeletnicirilor la un nivel care nu necesită prea multă inteligență. Același lucru este valabil și pentru mamiferele marine înzestrate cu creiere uriașe, pe care le-am văzut în croaziera din Alaska — animale care își duc viața într-un mod mai mult sau mai puțin asemănător peștilor cu creier mic, specializați în a mânca alți pești.

Comparativ, cimpanzeul are o hrană variată: fructe, termite, frunze — chiar și carne atunci când e suficient de norocos să prindă o maimuțică sau un purceluș. Deci cimpanzeul trebuie să se agite foarte mult, iar asta înseamnă o mare mobilitate mentală. Ce contribuie însă la formarea unui repertoriu bogat? Cineva poate să se nască cu multe programe de mișcare sau le poate învăța, sau le poate recombina pe cele existente astfel încât să producă noi comportamente în situații neașteptate. Omnivorele precum ursul, caracatița, cioara și cimpanzeul au multe „mișcări" pur și simplu

pentru că înaintașii lor au trebuit să alerge mult între variatele surse de hrană. Omnivorele necesită, de asemenea, mult mai multe tipare senzoriale — imaginile și sunetele în a căror căutare sunt.

Celălalt mod de a dobândi comportamente noi este prin intermediul vieții sociale și al jocului, prin care pot fi descoperite noi combinații. Durata îndelungată a unei vieți ar trebui să servească la acumularea atât a comportamentelor învățate, cât și a celor inventate; iar o viață de lungă durată este tocmai ceea ce lipsește chiar și caracatiței, cea mai inteligentă dintre nevertebrate. (Caracatița este aproape la fel de inteligentă ca un șobolan, în unele privințe.) Animalele inteligente au apărut din variatele ramuri ale arborelui genealogic al speciilor de vertebrate — corbii, între păsări, mamiferele marine, urșii, linia primatelor.

Dacă specializarea este principalul mecanism de adaptare, atunci ce determină adaptabilitatea? Un răspuns este: un mediu capricios — acest răspuns evidențiază factorul ambiental în selecția naturală. Însă permiteți-mi să încep cu o altă sursă majoră a evoluției: viața socială însăși, care implică aspectul de selecție sexuală al selecției naturale.

Inteligența socială este un alt aspect al inteligenței; nu mă refer la simplul mimetism, ci la dificultățile vieții sociale (ale traiului în grupuri) — dificultăți care necesită o rezolvare inventivă. Psihologul britanic Nicholas Humphrey, de exemplu, consideră de primă importanță în evoluția hominizilor interacțiunea socială, și nu folosirea uneltelor.*

Cu siguranță, viața socială ușurează enorm lărgirea repertoriului de acțiuni. Anumite animale nu stau suficient de mult timp alături de altele din specia lor pentru a-și împărtăși experiențele. Cu excepția scurtelor perioade de împerechere, urangutanii adulți se întâlnesc rareori unii cu alții, deoarece sursele lor de hrană sunt atât de risipite, încât e nevoie de un spațiu larg pentru a acoperi nevoile unui singur adult.* O mamă cu o singură progenitură este aproape cel mai mare grup social (exceptând alianțele trecătoare dintre urangutanii adolescenți), astfel că transmiterea culturală nu are prea multe șanse de realizare.

Viața socială, pe lângă faptul că facilitează răspândirea noilor tehnici, solicită și rezolvarea multor probleme interpersonale, cum ar fi nerespectarea ordinelor. Un individ, pentru a-și păstra hrana pentru sine, ar putea fi nevoit să o ascundă de animalul dominant al grupului. El are nevoie de o mulțime de tipare senzoriale pentru a evita confundarea unui individ cu altul și, de asemenea, de o memorie bună pentru a ține minte toate contactele anterioare cu fiecare dintre colegii săi. Vicisitudinile vieții sociale depășesc obișnuita luptă cu mediul pentru supraviețuire și reiterează toate problemele cu care se confruntă urangutanul solitar. De aceea s-ar părea că viața socială este fundamentală pentru acumularea culturală de „mișcări bune“ — deși cred totuși că unui câine sociabil îi lipsește potențialul mental al unui urangutan solitar.

Selecția naturală a inteligenței sociale poate să nu implice factorii de supraviețuire solicitați în mod obișnuit în procesele de adaptare, în schimb, avantajele

inteligenței sociale se vor manifesta în primul rând prin ceea ce Darwin numea *selecție sexuală.** Nu toți adulții își transmit genele mai departe. În modul de împerechere de tip „harem“ doar câțiva masculi au șansa de a se împerechea, după ce i-au eliminat pe ceilalți prin inteligență sau forță fizică. În tipul de împerechere în care femela alege, mai degrabă acceptabilitatea ca partener social este importantă pentru masculi; de exemplu, ei trebuie să arate cât mai bine, să fie dornici să-și împartă hrana proprie ș.a.m.d. Masculul care poate semnala estrul (perioada de împerechere — *n.t.*) mai bine decât alții și care poate convinge femela să intre în tufișuri cu el pe durata estrului, departe de ceilalți masculi, va avea o șansă mai mare de a-și transmite genele chiar și într-un tip de împerechere promiscuu. (Chiar și acest tip de împerechere — în care femela alege — poate îmbunătăți nu doar inteligența: am argumentat în altă parte că alegerea femelei ar fi putut fi un excelent punct de pornire pentru îmbunătățirea capacităților de utilizare a limbajului, o femelă punând un accent deosebit pe capacitățile de limbaj ale masculului, acestea trebuind să fie cel puțin la fel de bune ca acelea ale ei.)

> *Condiția ca primatele sociale să fie ființe care gândesc este pusă de însuși sistemul pe care ele îl creează și îl mențin; ele trebuie să fie în stare să evalueze consecințele propriului comportament, să evalueze comportamentul afișat al altora, să pună în balanță avantajele și pierderile — și toate astea într-un context în care realitatea pe care se bazează evaluările lor este efemeră, ambiguă și predispusă la schimbare, nu în ultimul rând ca o consecință a propriilor acțiuni. Într-o asemenea situație, „talentul social“ este in-*

disolubil legat de intelect, și aici, în sfârșit, facultățile intelectuale cerute sunt de cel mai înalt nivel.
Jocul intrigii sociale nu poate fi practicat doar în baza cunoașterii acumulate... El necesită un nivel de inteligența despre care afirm că n-are egal în nici o alta sferă a viului.

NICHOLAS HUMPHREY,
Consciousness Regained, 1984*

Cele mai multe dificultăți ambientale, care pot determina selecția naturală, se întâlnesc în zonele temperate. O dată pe an se instalează o perioadă de câteva luni când plantele intră într-o stare de latență. O strategie de depășire a iernii este aceea de a mânca iarbă (care rămâne nutritivă chiar și în stare de hibernare). Altă strategie, mult mai pretențioasă, presupunând multiple mecanisme neurale, e aceea de a mânca înseși erbivorele. Toate antropoidele sălbatice care mai există trăiesc foarte aproape de ecuator; în vreme ce ele trebuie să facă față, poate, unui sezon uscat, nimic nu se compară cu reducerea drastică a resurselor pe timpul iernii.

Schimbarea climei ocupă următorul loc în ordinea celor mai obișnuite dificultăți ambientale periodice, ea fiind observată chiar și la tropice: tiparele anuale ale vremii se schimbă altfel decât în trecut. Un exemplu familiar sunt secetele de mai mulți ani, care durează însă uneori secole sau chiar milenii. În unele cazuri, caracteristicile climei sunt dependente de anumite stări. Am văzut un exemplu în Golful Glacier, la vest de Juneau.* Când exploratorii au trecut de gura Golfului Glacier, acum două sute de ani, au relatat ca era

plin de gheață. Acum ghețarii s-au retras aproape o sută de kilometri, iar Golful Glacier are o deschidere dublă față de cea din trecut. Câțiva ghețari de mari dimensiuni au rămas în văile zonei, iar vasul nostru a trecut, la o distanță respectabilă, pe lângă unul dintre aceste ziduri de gheață; blocuri mari din el se spărgeau și se prăbușeau în ocean, chiar sub ochii noștri.

Discutând despre ghețarii locali cu un geolog aflat la bord, am aflat că unii avansau (cei pe care am fost noi să-i vedem), dar alții erau în retragere. Avansare și retragere în același timp, chiar în aceeași vale și în aceeași climă? Ce se întâmplă, am întrebat? Se întâmplă că un ghețar poate rămâne înțepenit în poziția „avansare" timp de secole sau milenii, chiar dacă între timp clima se răcește. De exemplu, apa provenită din gheața topită în câteva veri călduroase poate ajunge dedesubt și erodează contactul cu părțile neregulate ale rocii de bază; astfel, chiar dacă procesul de topire încetează, ghețarul poate aluneca mai repede la vale. Aceasta face, în schimb, ca masa de gheață să se rupă mai degrabă decât să alunece atunci când trece peste asperități, și astfel se produc mai multe fisuri verticale. Orice băltoacă de gheață topită de la suprafață poate apoi curge spre roca de bază, lubrifiind zonele de contact și accelerând mișcarea. Înaltul munte de gheață începe să se prăbușească prin împrăștierea părților. În cele din urmă poți vedea suprafețe întinse de apă acoperite cu bucăți de gheață — în Golful Glacier însă, gheața ajunge în ocean, care erodează în continuare ghețarul, smulgându-i bucăți uria-

șe care pot pluti, în schimb, către clime mai calde, pentru a se topi.

Mai târziu, în aceeași excursie, am văzut Ghețarul Hubbard, o insulă de gheață de cinci kilometri lungime și mai înaltă decât vaporul nostru. Blocuri mari de gheață, desprinse de valuri, se prăbușeau periodic în mare. În dreapta golfului Yakutat am putut vedea fiordul Russell. Cu doar un deceniu în urmă, intrarea în acest fiord era blocată de gheața plutitoare provenită din Ghețarul Hubbard. Avansarea ghețarului a fost mai rapidă decât puterea valurilor de a-l fărâmița, astfel acesta s-a strecurat prin gura fiordului, zăgăzuindu-l. Nivelul apei a început să crească în spatele stăvilarului de gheață amenințând mamiferele marine prinse acolo, căci apa sărată se dilua din ce în ce mai mult cu cea provenită din gheața proaspăt topită. Când nivelul lacului a crescut aproximativ de două ori față de nivelul mării, stăvilarul de gheață s-a rupt.

Știm totul despre valurile de gheață plutitoare din statul Washington, căci ele au blocat râul Columbia de cel puțin 59 de ori cu circa 13 000 de ani în urmă; de fiecare dată când stăvilarul de gheață se spărgea, un zid de apă se revărsa prin mijlocul Washingtonului, sfârtecând pământul și târându-l către mare.* (Poate că mugetul adâncurilor neliniștite prevenea pe oricine încerca să prindă somon în apele din aval ale râului că trebuie să meargă în amonte.)

Zăgăzuirea unui fiord ar fi putut avea mai multe consecințe grave. Fiordurile sunt adesea acoperite de gheață plutitoare la fel cum văile montane sunt temporar blocate de pietrișul adus de avalanșe. Însă fiordu-

rile zăgăzuite servesc drept rezervoare naturale de apă proaspătă, iar când într-un sfârșit stăvilarele de gheață se rup, cantități enorme de apă proaspătă ajung în oceanele învecinate într-o jumătate de zi, cât altă dată într-o jumătate de an.

Apa proaspătă se întinde inițial la suprafața oceanului și abia mai târziu se amestecă cu apa sărată. Din păcate, stratul reîmprospătat de la suprafață poate avea consecințe nefaste majore în cazul fiordurilor din Groenlanda; este un potențial mecanism de închidere pentru câteva secole a curentului nord-atlantic ce încălzește Europa — un subiect asupra căruia voi reveni curând.

Vă spun toate acestea pentru reliefarea asimetriei uriașe între acumularea de gheață și topirea ei ulterioară; aceste fenomene nu sunt asemănătoare schimbului de energie implicat de înghețarea și topirea unei tăvițe de cuburi de gheață. În faza de acumulare se mențin orice crăpături pline cu zăpadă proaspătă și se micșorează alunecarea zonelor de contact cu roca. Topirea este ca o prăbușire cu încetinitorul a unui castel de cărți de joc.

Suntem familiarizați cu aceste faze de la cele trei poziții ale aparatelor de aer condiționat: rece–răcoare–cald. Nu doar ghețarii au faze, ci și curenții oceanici și climele continentale — faze care pot fi declanșate, în unele cazuri, de valurile îndepărtate de gheață plutitoare. Uneori temperatura anuală și ploile torențiale se modifică radical cu atâta rapiditate încât au implicații majore în procesul evoluției, dând reale avantaje animalelor adaptabile, precum corbul, față de concurenții lor inferiori. Acesta este de fapt subiectul capi-

tolului: cum este călăuzită evoluția, cu toată imprevizibilitatea ei, spre producerea tipului nostru de adaptabilitate — instabilitatea climatică repetată constituie un tip special de sprijin pentru existența repertoriilor largi și a încercărilor reușite.

Paleoclimatologii au descoperit că multe zone ale Pământului suferă schimbări climatice extrem de bruște.* Secetele de zeci de ani sunt un exemplu, iar acum știm ceva și despre ciclul de treizeci de ani în care Sahara se extinde și se restrânge. Ciclul El Niño, durând în medie cam șase ani, are acum, se pare, efecte majore asupra ploilor torențiale din America de Nord.

De asemenea, au existat câteva episoade în care pădurile au dispărut pe parcursul câtorva decenii din cauza scăderilor severe de temperatură și ploilor torențiale. Într-o altă schimbare bruscă, ploile calde au reapărut fără veste câteva secole mai târziu — deși, de la ultima revenire a Europei la o climă de tip siberian, a trebuit să treacă mai mult de o mie de ani până să se încălzească din nou.*

În anii '80, când s-au descoperit dovezi ce confirmă aceste schimbări bruște ale climei, am crezut că ele erau particularități ale glaciațiunilor (perioadele glaciare au venit și-au trecut de-a lungul ultimelor 2,5 milioane de ani, topiri masive ale ghețurilor înregistrându-se la fiecare 100 000 de ani). Nici unul dintre episoadele de răcire bruscă nu s-a petrecut în ultimii 10 000 de ani.*

Dar se constată că doar în perioada actuală dintre glaciațiuni ele n-au avut loc (până acum). Vremea caldă de după ultima încălzire majoră a climei de acum

130 000 de ani a fost turbulentă în comparație cu actuala perioadă interglaciară; primii 10 000 de ani ai perioadei calde au fost punctați de două episoade de răcire bruscă. Unul a durat 70 de ani, iar celălalt 750 de ani. În timpul lor, pădurile germane de pini au fost înlocuite cu tufișuri și ierburi caracteristice acum Siberiei centrale.*

Am fost scutiți astfel de asemenea episoade amenințătoare pentru civilizație. Din punct de vedere climatic, am trăit și trăim vremuri neobișnuit de stabile.

O climă capricioasă care distruge pomii fructiferi ar fi un dezastru pentru populațiile multor specii regionale de maimuțe. Deși ar lovi, de asemenea, și multe omnivore, acestea ar putea rezista cu alte alimente, iar urmașii lor ar putea face parte din explozia demografică ce urmează crizei, când rămân doar câțiva competitori.

În asemenea tipuri de redresare există, temporar, suficiente resurse astfel încât cei mai mulți pui pot supraviețui până la vârsta reproducerii; o pot face chiar și exemplarele accidentale provenite din încurcăturile genetice pe care le produc spermatozoizii și ovulele. În vremuri normale, asemenea „accidente“ mor în copilărie, dar în timpul redresării ele fac față slabei concurențe; e ca și cum regulile obișnuite ale concurenței ar fi fost temporar suspendate. Se poate ca la următoarea criză tocmai unele dintre exemplarele accidentale să aibă însușiri mai potrivite pentru a rezista, oricare ar fi resursele rămase. Laitmotivul tradițional din procesul darwinist este supraviețuirea

celor adaptați, dar vedem aici că aceasta este doar *reculul* vremurilor grele ce contribuie la perpetuarea laturilor creatoare ale evoluției.*

Deși Africa era în curs de răcire și uscare acum circa 4 milioane de ani, pe vremea când poziția corpurilor hominidelor devenea verticală, totuși dimensiunea creierului nu s-a modificat prea mult. Până acum nu există prea multe dovezi că s-ar fi mărit creierele în timpul schimbărilor climei africane din perioada cuprinsă între 3,0 milioane și 2,6 milioane de ani în urmă — o perioadă în care au apărut multe specii noi de mamifere africane. Nu este aici locul unei discuții mai largi asupra tuturor factorilor implicați în evoluția umană, dar este important de remarcat că dimensiunile creierului hominidelor începe să crească în perioada cuprinsă între 2,5 și 2,0 milioane de ani în urmă, continuând cu o uimitoare împătrită extindere a cortexului cerebral al antropoidelor. Aceasta e perioada erelor glaciare și, deși în Africa nu prea se aflau ghețari, continentul a suportat, probabil, fluctuații masive ale climei în timpul reorganizării curenților oceanici. O eră glaciară nu e restrânsă la emisfera nordică; ghețarii din Anzi s-au modificat și ei, în același timp.

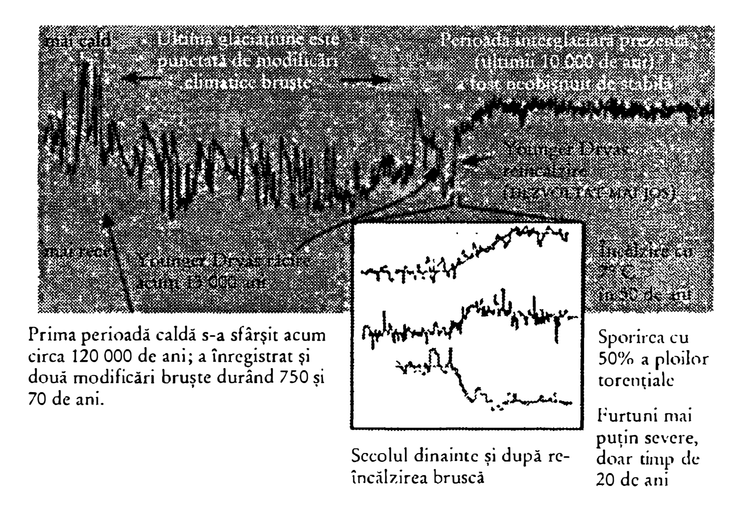
Primele episoade majore ale plutirii ghețarilor din Atlantic au avut loc în perioada cuprinsă între circa 2,51 și 2,37 de milioane de ani în urmă, bucățile de gheață atingând latitudinile britanice sudice. Malurile de gheață din Antarctica, Groenlanda, Europa de Nord și America de Nord ne-au însoțit dintotdeauna, topindu-se doar ocazional. După cum se știe, în

prezent ne aflăm într-o perioadă interglaciară, care a început cu circa zece mii de ani în urmă. Există un ritm amplu de avansare și retragere a gheții, asociat cu modificări ale înclinației axei Pământului și ale orbitei lui în jurul Soarelui.

Anotimpul celei mai mari apropieri a Pământului de Soare variază; periheliul este în prezent în prima săptămână a lui ianuarie. Periheliul se perindă prin calendar, revenind în ianuarie peste 19 000 până la 26 000 de ani, în funcție de locul celorlalte planete. Configurațiile celorlalte planete se repetă cu aproximație la aproape fiecare 400 000 de ani. Atracția lor gravitațională determină modificarea formei orbitei Pământului de la aproape circulară la elipsoidală. (În prezent suntem cu trei procente mai departe de Soare în iulie, deci primim cu șapte procente mai puțină căldură.) Mai mult, înclinația axei Pământului variază între 22,0° și 24,6°, un ciclu durând 41 000 de ani. Ultima înclinație maximă a fost acum 9 500 de ani; cea curentă este de 23,4° și se află în scădere. Cele trei ritmuri se combină pentru a contribui la o topire realmente majoră la aproape fiecare 100 000 de ani, de regulă atunci când înclinația e maximă și periheliul este în iunie; aceasta determină veri extrem de fierbinți în latitudinile nordice superioare, unde se află situate cele mai mari pături de gheață.[*]

Peste încetinirea glaciară se suprapun episoadele de răcire și reîncălzire bruscă menționate mai înainte. Primul care a fost descoperit a avut loc — în urmă cu 13 000 de ani — în momentul în care toți acei factori orbitali s-au combinat producând verile fierbinți

SCHIMBĂRILE BRUȘTE ALE CLIMEI ÎN TIMPUL ULTIMEI GLACIAȚIUNI



în emisfera nordică — într-adevăr, jumătate din gheața acumulată se topise deja. Younger Dryas (numele unei plante arctice al cărei polen a fost găsit adânc sub vechile lacuri din Danemarca) a apărut brusc. Mostrele prelevate din păturile de gheață ale Groenlandei arată că a apărut la fel de brusc. Ploile torențiale anuale s-au redus, furtunile de iarnă au devenit mai aspre, iar temperatura medie europeană a scăzut cu circa 7° C — totul în câteva decenii. Această răcire bruscă a durat mai mult de o mie de ani până când, la fel de abrupt, ploile calde s-au reîntors. (Cu privire la încălzirea globală din cauza efectului de seră, remarcați că ultima dată când s-a produs o răcire bruscă a fost în timpul unui episod major de încălzire globală treptată.)

Mostrele de gheață din Groenlanda pot fi datate în urmă cu doar până la o zecime din cei 2,5 milioane de ani ai erei glaciare pleistocene; în Groenlanda a rămas gheață doar din ultimii 250 000 de ani, pentru că antepenultima topire a dezgolit complet roca de bază. Dar mostrele înregistrează ultimele două topiri majore — cea care a început cu 130 000 de ani în urmă și cea mai recentă, care a început cu 15 000 de ani în urmă și s-a încheiat acum circa 8 000 de ani. Cel mai important este că se pot vedea „trei inele“ anuale în ultimele milenii și se pot număra anii, se pot lua mostre ale izotopilor de oxigen și deduce astfel temperatura de la suprafața mării în timpul evaporării apei din Atlanticul mijlociu, înaintea căderii ei sub formă de zăpadă în Groenlanda.

Paleoclimatologii pot observa acum o mulțime de evenimente bruște din ultimii 130 000 de ani, suprapuse încetinirii glaciare — și chiar apărând în timpul perioadelor calde. Marile valuri glaciare pot fi unul din factori — pe care îl discut în *The Ascent of Mind* — pentru simplul motiv că o mare cantitate de apă proaspătă, plutind la suprafața oceanului înainte să se amestece cu apa sărată, poate determina schimbări majore ale curentului oceanic ce aduce multă căldură în Atlanticul de Nord și ajută la încălzirea Europei în timpul iernii. De aceea mă îngrijorează valul glaciar care produce un rezervor imens de apă proaspătă în fiordurile Groenlandei: poate fi eliberat într-o singură zi, când în cele din urmă cedează un stăvilar de gheață. Ultima dată când am zburat peste vastul sistem de fiorduri de pe coasta estică a Groenlandei la 70° lati-

tudine nordică, am fost îngrozit să văd fiorduri care, deși deschise spre ocean, aveau înfățișarea unor rezervoare inelare, gata să se reverse. Există o zonă fără gheață extinsă mult deasupra liniei cotei maxime a fluxului, și peste tot părea să aibă același nivel; aceasta indică o enormă acumulare de apă proaspătă formată cândva încă de pe vremea ultimei ere glaciare, nivelând uniform întinderea de gheață.

O altă răcire bruscă ar fi devastatoare pentru agricultura din Europa, iar jumătate de miliard de oameni i-ar îndura consecințele — efectele asupra plantei Younger Dryas au fost observate pe tot cuprinsul globului, chiar și în Australia și sudul Californiei. În vreme ce încă una ar amenința civilizația umană, răcirile bruște din trecut au jucat probabil un rol important în evoluția strămoșilor noștri antropoizi, tocmai datorită derulării atât de rapide a acestor episoade.

Nu putem cere unui om să se potrivească imediat unui loc care nu-i pe potriva lui. El are nevoie de timp pentru a se remodela.

MARK TWAIN

Importanța mobilității animalului pe durata întregii sale vieți depinde de scara de măsurare a timpului: atât călătorul modern, cât și antropoida în evoluție depind de cât de repede se schimbă vremea și cât durează călătoria. Când cimpanzeii din Uganda ajung la un pâlc de pomi fructiferi, ei descoperă adesea că eficientele maimuțe locale au „curățat“ deja copacii de fructele bune de mâncat. Cimpanzeii se pot întoarce la pescuitul de termite sau la încercarea de a prinde o

maimuță pentru a o mânca, dar în realitate populația lor este drastic limitată de această competiție, în ciuda faptului că ei au un creier de două ori mai mare decât al concurenților lor specializați.

Mobilitatea nu e întotdeauna o calitate, și nu întotdeauna e mai bine să fii mai mobil. După cum știu cei ce călătoresc frecvent cu avionul, pasagerii care au doar bagaje de mână pot lua oricare dintre taxiurile libere, pe când cei încărcați cu trei valize așteaptă verificarea bagajelor lor. Pe de altă parte, dacă vremea este atât de imprevizibilă și excesivă încât toți trebuie să călătorească cu o gamă largă de haine de la costume de baie la pufoaice arctice, cel care e obișnuit cu multe e avantajat față de cel limitat. La fel e și în cazul mobilității comportamentale care permite speciei să treacă imediat de la ceea ce îi este propriu la ce îi este impropriu.

Mobilitatea ar putea, de asemenea, să necesite un creier mai mare. Dar ai nevoie de niște criterii foarte bune ca să pui în balanță dezavantajele unui creier mare. După cum remarca lingvistul Steven Pinker:

> De ce a ales evoluția mereu acel organ bulbos cu metabolismul său hulpav pentru extinderea dimensiunii creierului ? O ființă cu un creier mare este condamnată la o viață care îmbină toate dezavantajele ținerii unui dovleac într-o coadă de mătură... iar pentru femei dezavantajele expulzării unei ditamai „pietre la rinichi“, la fiecare câțiva ani. Orice selecție a înseși mărimii creierului l-ar fi favorizat pe cel cât gămălia de ac. Selecția unor capacități sporite de calcul (limbaj, percepție, gândire ș.a.m.d.) trebuie să ne fi dat un creier mare ca un efect secundar, nu invers !*

Pentru orice model al inteligenței ca acumulare sporită important este cât de repede se schimbă lucrurile,

indiferent dacă aceasta implică un creier mai mare sau doar unul reorganizat. În orice fel de clime, specialistul poate în cele din urmă să atingă acele performanțe care copleșesc generalistul suprasolicitat; oricum, adaptările anatomice apar mult mai lent decât frecventele schimbări climatice ale erelor glaciare, ceea ce face ca adaptările să „urmeze“ cu greu clima. Într-adevăr, treceri bruște de la o climă la alta pot apărea în timpul vieții unui singur individ, care fie că are rezerva de capacități necesară supraviețuirii, fie că n-o are.

Argumentul acesta se aplică multor omnivore, nu doar strămoșilor noștri. Dar nu există alte exemple de extinderi împătrite ale creierului în ultimele câteva milioane de ani, astfel că doar o climă dezordonată nu asigură dobândirea unui cap mai mare. S-a mai întâmplat și altceva, iar episoadele schimbărilor climatice bruște probabil i-au amplificat importanța, ceva ce a ținut în afara competiției concurenții „care știu una și bună“ în favoarea tipului celor „pricepuți la toate“, care a evoluat.

Fiecare are o teorie preferată despre ceea ce ar fi putut fi acest „altceva“ (de exemplu, Nick Humphrey ar alege inteligența socială ca factor determinant). Candidatul meu este doborârea precisă a vânatului — disponibilitatea de a mânca animalele ce mănâncă iarbă pentru a supraviețui iernii. Dar cei mai mulți oameni ar alege limbajul. În special sintaxa.

[Înțelegerea limbajului] antrenează multe componente ale inteligenței: recunoașterea cuvintelor, decodificarea înțelesurilor lor, fragmentarea succesiunilor de cuvinte în elemente gramaticale, combinarea înțelesurilor în enunțuri, deducerea legăturilor între enunțuri, reținerea în memoria

de scurtă durată a conceptelor anterioare în timpul pregătirii discursului următor, deducerea intențiilor vorbitorului sau scriitorului, schematizarea esenței unui pasaj... [Cititorul] construiește o reprezentare mentală a situației și acțiunilor descrise... Cititorii tind să-și amintească mai degrabă modelul mental pe care l-au construit al unui text, decât textul însuși.

GORDON H. BOWER și
DANIEL G. MORROW, 1990*

Adesea observ că un roman, chiar unul bine scris și interesant, se estompează curând după ce l-am terminat. Îmi amintesc perfect ce-am simțit când l-am citit, starea în care eram, dar sunt mai puțin sigur în privința detaliilor poveștii. Este aproape ca și cum cartea ar fi fost, după cum spunea Wittgenstein despre propozițiile sale, o scară ce trebuia urcată și apoi aruncată după ce și-a îndeplinit scopul.

SVEN BIRKERTS, 1994*

5
Sintaxa — un fundament al inteligenței

E greu de imaginat cum ar putea gândi o ființă fără limbaj, dar s-ar putea crede că o lume fără nici un fel de limbaj ar semăna într-un fel cu o lume fără bani — o lume în care ar trebui să se facă schimburi cu obiectele de uz curent mai degrabă decât cu simboluri de metal sau hârtie pentru valoarea acestora. Cât de înceată și greoaie ar fi o vânzare simplă și cât de imposibilă una mai complexă!

DEREK BICKERTON,
Language and Species, 1990*

Noi, oamenii, avem anumite capacități spectaculoase în comparație cu verii noștri cei mai apropiați dintre antropoidele existente — chiar în comparație cu acele antropoide care împărtășesc mult din inteligența noastră socială, capacitatea de a se pune la adăpost și cea de a înșela. Noi avem un limbaj sintactic în stare să susțină gândirea metaforică și analogică. Noi planificăm întotdeauna dinainte, imaginând scenarii ale viitorului, alegând apoi variantele care țin cont de posibilitățile îndepărtate. Avem chiar muzică și dans. Care au fost pașii prin care o ființă de tipul cimpanzeului s-a transformat într-una aproape umană? Aceasta-i întrebarea cu adevărat centrală pentru umanitatea noastră.

Fără îndoială, cam tot ce înseamnă inteligență umană este sintaxă — fără sintaxă noi am fi cu foarte puțin mai isteți decât cimpanzeii. Cazul unui băiat de unsprezece ani, surd, crescut zece ani fără limbajul semnelor, prezentat de neurologul Oliver Sacks, arată cum este viața fără sintaxă:

> Joseph vedea, distingea, gândea în categorii și le folosea; nu avea probleme cu percepția categorială sau generalizarea perceptuală, dar se părea că nu poate merge mult mai departe; nu putea să rețină idei abstracte în minte, să mediteze, să se joace, să planifice. Părea complet axat doar pe aspectul propriu al lucrurilor, era incapabil să intre într-un domeniu al imaginarului sau al figuratului... Asemeni unui animal sau unui bebeluș, părea blocat în prezent, limitat la percepția propriului și imediatului, deși conștientiza această percepție cum nici un sugar n-ar fi putut-o face.*

Cazuri similare ilustrează de asemenea că orice aptitudine intrinsecă pentru limbaj trebuie dezvoltată prin practică în timpul primei copilării. Joseph n-a avut ocazia să observe modul de operare al sintaxei în timpul anilor cruciali ai copilăriei timpurii: n-a putut auzi limbajul vorbit și nici nu i s-a arătat vreodată sintaxa limbajului prin semne.

Se crede că trebuie să existe un bioprogram, numit uneori „Gramatică Universală". Nu este însăși gramatica mentală (la urma urmei fiecare dialect are o gramatică diferită), ci mai degrabă predispoziția cuiva de a descoperi gramatici în ceea ce îl înconjoară — într-adevăr, gramatici particulare dintr-o mult mai largă mulțime de gramatici posibile. Pentru a înțelege de ce oamenii sunt atât de inteligenți, trebuie să

înțelegem cum au remodelat strămoșii noștri repertoriul simbolic al antropoidelor și cum l-au îmbunătățit inventând sintaxa.

Din păcate, cam tot ce ne-a rămas de la strămoșii noștri din ultimele patru milioane de ani sunt pietre și oase, și nu capacitățile lor intelectuale. Alte specii s-au desprins pe parcurs, dar ele nu mai există pentru a fi cercetate. Trebuie să ne întoarcem cu șase milioane de ani înaintea apariției speciilor cu care avem un strămoș comun: ramura nonhominidă însăși s-a divizat acum circa trei milioane de ani în cimpanzei și mult mai rarii bonobi („cimpanzeii pigmeilor"). Dacă vrem să aruncăm o privire asupra comportamentelor ancestrale, specia bonobo este cea mai bună alegere. Ei au mai multe asemănări comportamentale cu oamenii și sunt, de asemenea, subiecte mult mai bune pentru studierea limbajului decât cimpanzeii care au fost „vedetele" anilor '60–'70.

Lingviștii au prostul obicei să pretindă că ceea ce nu are sintaxă nu e limbaj. Hm! Asta-i ca și cum ai spune că un cântec gregorian nu e *muzică* doar pentru că nu folosește, precum Bach, tehnica polifonică stretto, cântatul pe mai multe voci, inversiunea în oglindă a temelor. De vreme ce lingvistica se limitează la „Bach și după Bach", cade în primul rând în sarcina antropologilor, etologilor și specialiștilor în psihologie comparată să fie „muzicologii", să se lupte cu problema a ceea ce a fost înaintea sintaxei. Lepădarea tradițională a lingviștilor de toate cercetările de genul acesta („Știi, nu e cu adevărat *limbaj*") este o ciudată eroare categorială, de vreme ce obiectul cer-

cetării este înțelegerea *antecedentelor* puternicei structurări pe care o furnizează sintaxa.

Uneori poate fi de ajutor bine cunoscutul loc comun „ontogenia–repetă–filogenia“, dar limbajul uman e dobândit atât de repede în prima copilărie încât cred că există o accelerare care maschează complet orice regie inițială la fel cum autostrăzile tind să șteargă orice urmă a vechilor drumuri. Rapidul traseu începe la sugari cu extinderea granițelor fenomenului: prototipurile devin „magneții“ care capturează variante.* Apoi apare o pronunțată receptivitate pentru noi cuvinte în al doilea an, pentru structura de inferare a cuvintelor în al treilea (dintr-odată copiii încep să folosească cu consecvență trecutul simplu și pluralul, o generalizare ce apare fără prea multe eliminări succesive), iar pentru povești și fantezie pe la al cincilea. Este un noroc pentru noi că cimpanzeilor și bonobilor le lipsește un asemenea traseu rapid, căci ne oferă șansa să vedem, în dezvoltarea lor, etapele intermediare anterioare puternicei noastre sintaxe.

Maimuțele sălbatice de savane[1] folosesc patru țipete de alarmă diferite, câte unul pentru fiecare dintre animalele de pradă ce le atacă de obicei.* De asemenea, mai au alte vocalizări pentru reunirea grupului sau pentru a semnala apropierea unui alt grup de maimuțe. Cimpanzeii sălbatici utilizează în jur de treizeci și șase de vocalizări diferite, fiecare dintre ele, ca și ale maimuțelor de savane, având înțelesul ei. Un lătrat puternic de tip *uaa*, al unui cimpanzeu în-

---

[1] E vorba de Cercopithecus aethiops pygerythrus (*n.t.*).

seamnă provocare, furie, *un lătrat tușit* încet este, surprinzător, o amenințare. *Uraaa* e un amestec de curiozitate cu frică („O chestie ciudată, treaba asta!“), iar un *huu* încet semnifică ciudățenia fără ostilitate („Ce *este* chestia asta?“). Dacă un *uaa–uraaa–huu* ar însemna ceva diferit de *buu–uraaa–uaa*, cimpanzeul ar trebui să suspende judecata, neținând seama de înțelesurile standard ale fiecărui strigăt până când întregul șir nu a fost recepționat și analizat. Asta nu se întâmplă. Combinațiile nu sunt folosite pentru anumite înțelesuri.

Oamenii au, de asemenea, în jur de treizeci și șase de vocalizări numite foneme — dar nici unul nu are înțeles! Nici chiar majoritatea silabelor precum „ga“ și „li“ n-au nici un înțeles dacă nu sunt combinate cu alte foneme pentru a forma cuvinte cu înțeles precum „galaxie“ sau „liliac“. Undeva, de-a lungul evoluției, strămoșii noștri au curățat cele mai multe dintre sunetele vorbirii de înțelesul lor. Dar combinațiile de sunete au acum înțeles: noi înșiruim laolaltă sunete fără sens pentru a face cuvinte cu înțeles. Aceasta nu s-a observat nicăieri în regnul animal.

Mai mult, există, șiruri de șiruri — precum expresiile ce formează această propoziție — ca și cum principiul ar fi fost repetat la încă un nivel de organizare. Maimuțele și antropoidele pot repeta un strigăt pentru a-i intensifica înțelesul (ca și multe limbaje umane, cum ar fi cel polinezian), dar ne-oamenii din sălbăticie nu înșiruie laolaltă (deocamdată) sunete diferite pentru a crea înțelesuri complet noi.

Încă n-a explicat nimeni cum au luat-o strămoșii noștri pe calea cea bună a înlocuirii regulii *un–sunet*

/un–înțeles cu un sistem combinatoriu secvențial de foneme fără sens, dar este probabil una dintre cele mai importante etape ale evoluției de la antropoidă la om.

Albina, cel puțin în contextul unui sistem simplu de coordonate, pare să fi scăpat de schema *un–semn/un–înțeles.** Când se întoarce la roiul ei, ea execută un „dans legănat" în formă de opt, ce comunică informații despre amplasarea sursei de hrană pe care tocmai a inspectat-o. Unghiul axei cifrei opt indică direcția în care se află hrana. Durata dansului e proporțională cu distanța de la roi: de exemplu, cel puțin în interpretarea tradițională, trei rotiri în formă de opt ar arăta șaizeci de metri distanță pentru albina italiană obișnuită, deși pentru cea germană ar arăta o sută cincizeci de metri — aceasta ține mai mult de gene decât de societatea în care a crescut albina. Și totuși, lingviștii nu sunt prea impresionați — în cartea sa, *Language and Species*, Derek Bickerton nota:

> Oricare alte creaturi pot comunica doar despre lucrurile care au semnificație evoluționistă pentru ele, dar ființele umane pot comunica despre orice... Strigătele și semnele animalelor sunt structural holistice și nu pot fi divizate în părți componente, cum poate fi limbajul... Deși, în sine, sunetele limbajului [uman] nu au înțeles, ele pot fi recombinate în diferite moduri pentru a produce mii de cuvinte, fiecare cu un înțeles distinct... Exact în același mod, un număr finit de cuvinte... pot fi combinate pentru a produce un infinit număr de propoziții. Nu există nimic nici măcar vag asemănător în comunicarea animală.*

Cu suficient exercițiu, numeroase animale pot învăța o gamă largă de cuvinte, simboluri sau gesturi

umane — dar trebuie făcută cu grijă distincția între înțelegere și capacitatea de a iniția comunicări complicate. Acestea nu merg cu necesitate împreună.

Câinele unui psiholog, după cum spuneam mai devreme, înțelege în jur de nouăzeci de elemente; cele șaizeci pe care le produce nu se suprapun prea mult, ca înțeles, cu cele recepționate.* Un leu de mare a învățat să înțeleagă o sută nouăzeci de gesturi umane — dar numărul gesturilor cu care răspunde e mult mai mic. Bonobii au învățat chiar un număr și mai mare de simboluri pentru cuvinte și le pot combina cu gesturi pentru a cere ceva. Un papagal cenușiu a învățat în zece ani un vocabular de șaptezeci de cuvinte ce include treizeci de nume de obiecte, șapte culori, cinci adjective privind forma și o diversitate de alte „cuvinte“ — și poate formula cereri cu unele dintre ele.

Nici unul dintre aceste animale talentate nu povestește despre cineva care i-ar fi făcut cuiva ceva; nici măcar nu discută despre vreme. Dar e clar că verii noștri cei mai apropiați, cimpanzeii și bonobii, pot atinge niveluri considerabile de *înțelegere* a limbajului cu ajutorul unor profesori pricepuți care îi pot motiva. Cel mai instruit bonobo, sub îngrijirea lui Sue Savage-Rumbaugh și a colaboratorilor ei, poate interpreta acum propoziții pe care nu le-a mai auzit niciodată înainte — precum „Kanzi, du-te la birou și adu-mi mingea roșie“ — aproape la fel de bine ca un copil de doi ani și jumătate.* Nici bonobo, nici copilul nu construiesc asemenea propoziții, dar ei pot demonstra prin acțiunile lor că le înțeleg. De altfel, și în

dezvoltarea limbajului la copii apare întâi înțelegerea și abia apoi exprimarea.

Mă întreb adesea câte dintre succesele modeste înregistrate în studiul limbajului antropoidelor s-au datorat doar unei motivații insuficiente; poate că profesorii trebuie să fie suficient de buni pentru a înlocui auto-motivația normală a receptivității micului pui. Sau poate succesele limitate s-au datorat faptului că nu s-a început cu animale foarte tinere? Dacă un bonobo poate fi motivat cumva în primii săi doi ani să înțeleagă noi cuvinte într-un ritm apropiindu-se de cel al copilului de un an, ar putea oare el apoi să meargă mai departe și să descopere formarea cuvintelor în maniera copilului pre-sintactic?* Dar s-ar întâmpla oare aceasta suficient de încet pentru ca noi să putem vedea clar etapele care precedă sintaxa propriu-zisă, acelea acoperite de „autostrăzile“ bine delimitate furnizate de actualul genom uman?

Întreaga capacitate de comunicare a acestor animale este foarte impresionantă, dar este ea limbaj? Termenul *limbaj* e folosit mai degrabă imprecis de către cei mai mulți oameni. În primul rând se referă la un dialect particular, precum engleza, frizona sau olandeza (și germana de acum o mie de ani din care au derivat fiecare — și, mai înainte, proto-indo-europeana). Dar *limbaj* desemnează, de asemenea, categoria ultracuprinzătoare a sistemelor de comunicare ce sunt elaborate artificial. Cercetătorii albinelor folosesc termenul *limbaj* pentru a descrie ceea ce văd că fac subiecții lor, iar cei ce studiază cimpanzeii, la fel. În ce punct repertoriile simbolice ale animalelor devin asemănă-

toare limbajului uman? Răspunsul nu e deloc evident. *Webster's Collegiate Dictionary* ne oferă ca definiție a limbajului: „un mijloc sistematic de comunicare a ideilor sau sentimentelor prin folosirea de semne, sunete, gesturi convenționale, având sensuri stabilite". Aceasta ar trebui să cuprindă exemplele anterioare. Sue Savage-Rumbaugh sugerează că esența *limbajului* este „capacitatea de a-i spune altui individ ceva ce el sau ea nu știau dinainte", ceea ce, bineînțeles, înseamnă că individul receptor va trebui să folosească ceva inteligență piagetiană de tipul presupunerii corecte, în construirea înțelesului.

Dar limbajul asemănător celui uman? Lingviștii vor spune imediat: „Nu, acolo există reguli!" Vor începe să vorbească despre regulile presupuse de gramatica mentală și să se întrebe dacă aceste reguli pot fi găsite sau nu în vreun exemplu non-uman. Faptul că anumite animale, precum Kanzi, pot folosi ordinea cuvintelor pentru a clarifica ce anume li se cere, nu-i impresionează. Lingvistul Ray Jackendoff este mai diplomat decât cei mai mulți, dar, în ultimă instanță, are aceeași părere:

> În problema dacă antropoidele au sau nu limbaj, mulți oameni au citat definiții și contra-definiții pentru a-și susține poziția. Cred că asta-i o dispută ridicolă, adesea determinată de interesul fie de a reduce distanța dintre oameni și animale, fie de menținere a acestei distanțe cu orice preț. Într-o încercare de a fi mai puțin doctrinari, hai să ne întrebăm: reușesc antropoidele să comunice? Fără nici un dubiu: da. Ba chiar s-ar părea că reușesc să comunice simbolic, ceea ce este chiar impresionant. Dar, dincolo de asta, ele nu prea par a fi capabile de construirea unei gramatici mentale care să ordoneze în mod coerent simbolurile. (Din nou — o chestiune de grad — poate

> că există ceva, dar *nimic* apropiat de capacitatea umană.) Pe scurt, Gramatica Universală, sau chiar ceva care să aducă de departe cu ea, pare să fie exclusiv umană.*

Ce are, dacă are, de-a face această dispută asupra Adevăratului Limbaj cu inteligența ? Judecând după ceea ce au descoperit lingviștii despre structurile mentale, după ce au descoperit cercetătorii limbajului antropoidelor despre inventarea regulilor la bonobi — are de-a face chiar foarte mult. Să începem cu ce-i mai simplu.*

Unele enunțuri sunt atât de simple încât nu e nevoie de reguli complicate pentru clasificarea elementelor mesajului — cele mai multe cereri, precum „banana“ sau „dă-mi“ transpar din mesaj în orice ordine ar fi puse. Ajunge o simplă asociere. Dar să presupunem că există două substantive într-o propoziție cu un singur verb: cum asociem „câine băiat mușcă“ aflate în orice ordine ? Nu e nevoie de prea multă gramatică mentală, deoarece băieții nu mușcă, de obicei, câinii. Dar „băiat fată atinge“ este ambiguă în lipsa unei reguli care să te ajute să decizi care substantiv este cel ce face acțiunea și care cel asupra căruia se acționează. O simplă convenție poate decide asta, ca, de pildă, ordinea subiect–verb–obiect (SVO) a celor mai multe propoziții declarative în engleză („Câinele mușcă băiatul“) sau ordinea SOV în japoneză, în expresiile scurte, schema e prescurtată, primul substantiv fiind cel ce face acțiunea — o regulă pe care Kanzi probabil a asimilat-o din modul în care Savage-Rumbaugh își formula cererile, precum „Atinge mingea de banană“.

Poți, de asemenea, să adaugi cuvinte într-o expresie indicând rolul lor ca subiect sau obiect fie prin

forme flexionare convenționale, fie utilizând forme speciale numite marcatori de caz — ca atunci când zicem „el“ pentru a spune că persoana este subiectul propoziției, dar „lui“ când este obiectul verbului sau al propoziției. Engleza avea odată o mulțime de marcatori de caz, precum „*ye*“ („voi“) pentru subiect și „*you*“ („vouă“) pentru obiect, dar ele supraviețuiesc acum mai ales în pronumele personale și în „*who*“ / „*whom*“ („cine“/“cui“). Terminațiile speciale îți pot anunța, de asemenea, rolul cuvintelor în expresie, terminația *-ly* sugerându-ți că „*softly*“ („ușor“) determină verbul și nu un substantiv[1]. În limbile cu multe forme flexionare, asemenea marcatori sunt larg folosiți făcând ca ordinea cuvintelor să conteze prea puțin în identificarea rolului pe care îl joacă cuvântul în construirea modelului mental al relațiilor.

> *Pentru ca noi să fim în stare să vorbim și să înțelegem propoziții noi, trebuie să înmagazinăm în capul nostru nu doar cuvintele limbii noastre, ci structuri de propoziții posibile în limba noastră. Aceste structuri, în schimb, descriu nu doar structuri de cuvinte, dar și structuri de structuri. Lingviștii se referă la aceste structuri ca la reguli de limbaj înmagazinate în memorie, ei se referă la o colecție completă de reguli ca fiind gramatica mentală a limbii, sau pe scurt, gramatica.*
>
> RAY JACKENDOFF,
> *Patterns in the Mind*, 1994*

Cele mai simple moduri de creare a bagajelor de cuvinte, cum ar fi stâlcirea unei limbi străine (germana

---

[1] În românește nu există asemenea terminații speciale care să determine rolul cuvântului în propoziții. Acesta e indicat prin formele flexionare obișnuite sau prin ordinea cuvintelor (*n.t.*).

mea turistică), sunt ceea ce lingvistul Derek Bickerton numește protolimbaj. Ele nu se conformează prea mult regulilor mentale. Asociația de cuvinte („băiat câine mușcă") poartă mesajul, probabil cu ceva ajutor din partea ordinii obișnuite a cuvintelor, precum SVO. Lingviștii ar clarifica probabil realizările antropoidelor în domeniul limbajului, atât ca înțelegere cât și ca exprimare, drept protolimbaj.

Copiii învață gramatica mentală ascultând o limbă (copiii surzi observând limbajul semnelor). Ei recepteaza atât asociații, cât și cuvinte noi, iar o mulțime complicată de asociații constituie gramatica mentală a limbajului particular. Începând cu vârsta de aproximativ opt luni, copiii încep să înțeleagă regulile locale și, în cele din urmă, încep să le folosească în propriile lor propoziții. Ei pot să nu fie în stare să descrie părțile vorbirii sau să facă schema unei propoziții, dar „mașina limbajului" pe care o posedă pare să știe totul despre asemenea chestiuni după un an de experiența.

Această tendință biologică de a descoperi și imita ordinea este atât de puternică încât tovarășii de joacă surzi pot inventa propriul lor limbaj flexionar de semne („semnele casei"), dacă nu li se arată cum trebuie unul pe care să-l ia ca model. Bickerton arată cum copiii de imigranți inventează un limbaj nou — *creole*[1] — din protolimbajul limbii stricate pe care o aud la părinții lor. Afaceriștii, turiștii și muncitorii

---

[1] „*Creole*" este un termen intraductibil, desemnând o limbă nouă cu reguli precise, vorbită de persoanele născute în țara de adopție a părinților lor — de exemplu, locuitorii cu ascendență franceză ce trăiesc în statul Louisiana, S.U.A. (*n.t.*).

străini (și, în vechime, sclavii) utilizează de obicei o limbă stricată pentru comunicare, când ei nu împărtășesc același limbaj. De obicei există o mulțime de gesticulări și ia mult timp pentru a spune puțin, din cauza tuturor perifrazelor.

Într-un limbaj propriu-zis, cu o mulțime de reguli (acea gramatică mentală), poți comprima mult înțeles într-o propoziție scurtă. Limbajele *creole* sunt într-adevăr limbaje propriu-zise: copiii celor ce vorbesc stricat preiau vocabularul pe care îl aud și creează anumite reguli pentru el — o gramatică mentală. Regulile nu sunt în mod necesar vreunele din cele pe care le știu din învățarea simultană a limbii materne a părinților lor. Și astfel un nou limbaj apare din gurile unor copii, când ei descriu rapid cine ce a făcut cuiva.

Care dintre aspectele limbajului sunt ușor de dobândit și care sunt dificile? Categoriile largi pot fi cele mai ușoare, ca atunci când copilul trece printr-o fază de desemnare a oricărui animal patruped drept „cățel“ sau a oricărui bărbat adult drept „tătic“. Trecerea de la general la particular este mult mai dificilă. Dar anumite animale, după cum am văzut, pot învăța, în cele din urmă, sute de reprezentări simbolice.

O problemă mai importantă poate fi crearea de noi categorii care să nu țină cont de cele vechi. Specialistul în psihologie comparată Duane Rumbaugh observă că prosimienii (lorisul, galago ș.a.m.d.) și maimuțele se împotmolesc adesea la primele reguli de distincție care le sunt predate, spre deosebire de maimuțele rhesus și antropoide, care pot învăța un nou

set de reguli care le încalcă pe cele vechi.* Noi putem, de asemenea, suprapune o nouă categorie peste cea veche, dar câteodată este dificil: percepția categorială (acea creare de noi categorii independente de cele vechi, menționată mai înainte, asociată cu halucinațiile auditorii) este motivul pentru care japonezii au atâta bătaie de cap cu distingerea sunetelor englezești pentru L și R.

Limba japoneză are un fonem intermediar, un vecin atât pentru L cât și pentru R. Aceste foneme englezești sunt, din greșeală, tratate doar ca variante ale fonemului japonez. Din cauza acestei „prinderi" în categoria tradițională, acei vorbitori japonezi care nu pot auzi diferența, vor avea de asemenea probleme cu pronunțarea lor distinctă.

Combinarea unui cuvânt cu un gest este, cumva, mai sofisticată decât schema *un cuvânt/un înțeles* — iar îmbinarea câtorva cuvinte într-un șir cu un unic înțeles este considerabil mult mai dificilă. Ordinea de bază a cuvintelor ajută la clarificarea ambiguităților, atunci când nu poți spune altfel care substantiv este cel ce face acțiunea și care e cel asupra căruia se săvârșește acțiunea. Propoziția englezească declarativă de tip SVO este doar una din cele șase permutări ale acelor unități, iar fiecare permutare se găsește într-un anumit limbaj uman. Unele ordini de cuvinte sunt regăsite mai frecvent decât altele, dar diversitatea lor sugerează că ordinea cuvintelor este mai degrabă o convenție culturală decât un imperativ biologic de tipul celui propus în cazul Gramaticii Universale.

Cuvintele ce indică repere în timp („mâine" sau „înainte") necesită capacități mai avansate decât cer cu-

vintele care indică o dorință de informare („ce?" sau „există oare...?") și cuvintele pentru posibilitate („s-ar putea" sau „posibil"). Merită remarcat ce-i lipsește protolimbajului de tip „limba stricată": nu folosește articole ca „un", „o", „i", „le", „a", care te ajută să știi dacă un substantiv se referă la un obiect anume sau doar la o clasă generală de obiecte. Nu folosește flexiunile (terminațiile specifice verbelor, substantivelor și altele) sau propozițiile subordonate, și adesea omite verbul, care e ghicit din context.

Deși necesită timp pentru a fi învățate, vocabularul și ordinea de bază a cuvintelor sunt totuși mai ușoare decât celelalte părți guvernate de reguli ale limbajului. Într-adevăr, conform studiilor lui Jacqueline S. Johnson și Elissa L. Newport, imigranții asiatici care învață engleza ca adulți reușesc să se descurce cu vocabularul și propozițiile ordinii de bază a cuvintelor, dar au mari dificultăți cu celelalte aspecte: aspecte pe care cei care au venit de copii le stăpânesc cu ușurință. Cel puțin în engleză, întrebările cine-ce-unde-când-de ce-cum se abat de la ordinea de bază a cuvintelor: „Ce i-a dat John lui Betty?" este convenția uzuală (exceptând emisiunile concurs în care întrebările doar mimează ordinea de bază a cuvintelor și folosesc în schimb accentul: „John i-a dat *ce* lui Betty?"). Ordonările cuvintelor altfel decât conform ordinii de bază în engleză sunt dificile pentru cei ce au imigrat ca adulți, la fel fiind și alte concordanțe pe distanțe mari, precum situația în care numele de obiecte la plural trebuie să se potrivească verbelor la plural, în ciuda intervenirii multor adjective. Adulții imigranți nu numai că fac asemenea erori gramatica-

le, dar ei nici nu pot detecta erorile când le aud.* De exemplu, sistemul flexionar englezesc modifică un substantiv când se referă la mai multe elemente („Băiatul a mâncat trei prăjitură." Este corect?) și modifică un verb când se referă la timpul trecut („Ieri fata mângâie un cățel." E bine?). Cei ce au sosit în S.U.A. înainte de vârsta de șapte ani fac câteva asemenea erori de recunoaștere ca adulți, și există o rată constantă de creștere a numărului de erori pentru adulții care au început să învețe engleza între 7 și 15 ani — vârsta la care nivelul de eroare al adultului este atins. (Ar trebui să menționez faptul că lingviștii au testat, în toate cazurile, imigranți cu zece ani de engleză, care se descurcă bine cu vocabularul și interpretarea propozițiilor în ordinea de bază a cuvintelor.)

Pe la vârsta de doi sau trei ani, copiii învață regula pluralului: adaugă *-i*, *-le*. Înainte de asta tratează toate substantivele ca neregulate. Dar chiar dacă spuneau „șoricel" unui grup de șoareci, odată învățată regula pluralului, pot începe să spună „șoricei". În cele din urmă învață să trateze substantivele și verbele neregulate drept cazuri speciale, excepții de la regulă. Copiii devin receptivi la regulile obișnuite în jurul celei de-a doua aniversări a zilei de naștere, dar se pare, de asemenea, că acest moment favorabil se termină în timpul anilor de școală. Poate să nu fie imposibil să înveți asemenea lucruri ca adult, dar simpla cufundare într-o societate de limbă engleză nu funcționează pentru adulți în același mod ca pentru copiii de la doi la șapte ani.

Fie că o numești bioprogram sau Gramatică Universală, învățarea celor mai dificile aspecte ale limbii

pare să fie mai ușoară prin receptivitatea din copilărie care are baze biologice, exact ca învățarea mersului biped. Poate că această receptivitate este specifică limbajului, poate doar caută structuri ascunse în sunete și imagini și învață să le imite. Un copil surd ca Joseph, care urmărește cu regularitate jocuri de șah, ar putea, după câte știm, să descopere, în schimb, structurile șahului. În multe privințe, acest bioprogram de căutare a structurilor pare a fi o importantă bază de susținere a inteligenței umane.

Un dicționar va defini cuvântul *gramatică* drept (1) morfologie (formele și terminațiile cuvântului); (2) sintaxă (din grecescul „a pune împreună" — ordonarea cuvintelor în propoziții și enunțuri); și (3) fonetică (sunetele vorbirii și aranjarea lor). Dar tot așa cum noi folosim adesea *gramatică* în mod vag pentru a ne referi la folosirea corectă a limbii din punct de vedere social, lingviștii merg uneori în extrema cealaltă, apelând la definiții mai degrabă excesiv de stricte decât excesiv de largi. Ei folosesc adesea termenul *gramatică* pentru a preciza doar un element al gramaticii mentale — toate micile cuvinte ajutătoare, precum „lângă", „deasupra" și „în" care ajută la comunicarea unor informații precum poziția relativă. Oricum ar fi numite aceste cuvinte, ele sunt de asemenea destul de importante pentru analiza inteligenței pe care o întreprindem.

În primul rând, asemenea elemente gramaticale pot exprima locul relativ (*deasupra, dedesubt, în, pe, lângă, alături de*) și direcția relativă (*către, de la, prin, stânga, dreapta, sus, jos*). Apoi există cuvintele pentru

timpul relativ (*înainte, după, în timp ce* și numeroșii indicatori ai timpului) și numărul relativ (*mulți, puțin, câțiva,* terminația pluralului). Articolele exprimă o presupusă familiaritate sau nefamiliaritate (articolul hotărât — *-l, -i, -a, -le, -lui, -lor* — pentru lucrurile pe care vorbitorul crede că auditorul le va recunoaște și articolul nehotărât — *un, unui, o, unei, niște, unor* — pentru lucrurile pe care vorbitorul crede că auditorul nu le va recunoaște) într-o manieră întru câtva asemănătoare substantivelor. Alte elemente gramaticale din lista lui Bickerton exprimă posibilitatea relativă (*poți, ai voie, ai putea*), contingența relativă (*dacă nu, deși, până ce, deoarece*), posesia (*a, ale, a avea*), agentul (*prin*), scopul (*pentru*), necesitatea (*trebuie*), obligația (*trebuie să, ești dator să*), existența (*a fi*), inexistența (*nu, nici, fără, a-*) ș.a.m.d.* Unele limbi au flexionări verbale care indică dacă știi ceva pe baza experienței personale sau doar la a doua mână.

Astfel, cuvintele gramaticale ajută la poziționarea obiectelor și evenimentelor unele față de altele pe o hartă mentală a relațiilor. Deoarece relațiile („mai mare“, „mai rapid“ etc.) sunt ceea ce compară de obicei analogiile (ca în „mai mare înseamnă mai repede“), acest aspect al gramaticii legat de cuvintele de poziționare poate de asemenea spori inteligența.

Sintaxa este o structurare arborescentă a relațiilor în modelul mental al lucrurilor, care merge mult dincolo de ordinea convențională a cuvintelor sau de mai sus-menționatele aspecte poziționale ale gramaticii. Prin intermediul sintaxei, un vorbitor poate transmite rapid un model mental unui ascultător, despre cine ce a făcut cui. Aceste relații sunt cel mai bine repre-

zentate printr-o structură în formă de arbore răsturnat — nu schematizarea propoziției din anii mei de școală, ci o versiune modernă a schematizării cunoscută ca structura în formă de X a expresiei. De vreme ce acum există niște cărți excelente pe acest subiect, nu voi mai explica diagramele aici (pfui!). Structura arborescentă apare cel mai evident în cazul propozițiilor subordonate, ca în versul despre casa pe care a construit-o Jack („Acesta e țăranul semănând porumbul/ Ce ține cocoșul ce cântă dimineața/ ... Ce stă în casa pe care Jack a construit-o"). Bickerton spune că asemenea grupare sau incluziune este posibilă pentru că

> expresiile nu sunt, așa cum ar putea părea, legate în serie, ca mărgelele într-un șirag. Expresiile sunt precum cutiile chinezești așezate una într-alta. Importanța acestui aspect poate fi cu greu supraestimată. Mulți oameni preocupați de originile limbajului uman sau de așa-zisele capacități de limbaj ale speciilor non-umane au ajuns să propună ipoteze grosolan de simpliste despre cum a putut apărea limbajul, pur și simplu pe baza unei presupuneri greșite. Pentru ei, cuvintele sunt înlănțuite în serie în expresii, iar expresiile în propoziții, într-o mare măsură cam în același mod în care pașii sunt înlănțuiți în mers... Nimic n-ar putea fi mai departe de adevăr... Lucru lesne de observat de exemplu în cazul expresiei „vițelul cu cornul răsucit ce-i place țăranului Giles". Deși, nici măcar un singur cuvânt din această expresie nu e ambiguu, întreaga expresie este, căci noi nu știm dacă țăranului îi place cornul sau vițelul.*

În plus față de o asemenea „structură a expresiei" (cum e ea numită), mai există și o „structură a argumentului" care ajută în special la determinarea rolului numeroaselor substantive în propoziție. Dacă

observi un verb intranzitiv, precum „a dormi“, poți fi sigur că un substantiv (sau un pronume) va fi suficient pentru a completa gândul — adică cel ce săvârșește acțiunea. Acest lucru va fi adevărat în orice limbaj având un cuvânt pentru dormit. La fel, dacă un limbaj are un verb însemnând „a bate“, poți fi sigur că sunt implicate două substantive, un făptuitor și un destinatar (și poate și un al treilea pentru instrumentul cu care e administrată bătaia). Un verb însemnând „a da“ cere trei substantive, din moment ce necesită un element care este dat celui ce primește. Astfel, orice hartă mentală de organizare înfățișând verbul „a da“ va avea trei spații goale, care trebuie umplute în mod adecvat înainte să simți că „ai înțeles“ corect propoziția și să poți trece la următoarea chestiune. Uneori substantivele sunt implicite, ca în îndemnul „Dă!“, unde noi completăm automat cu „tu“, „bani“, „mie“.

După cum remarcă Bickerton,

> o propoziție este ca o mică piesă de teatru sau o poveste în care fiecare dintre personaje are un anumit rol de jucat. Există o listă finită, și într-adevăr scurtă, a acestor roluri. Nu toți lingviștii sunt de acord cu privire la ceea ce sunt ele exact, dar cele mai multe liste, dacă nu toate, vor include rolurile de Agent (JOHN a pregătit cina), Cel care suportă acțiunea sau Tema (John a pregătit CINA), Ținta (I-am dat-o MARIEI), Sursa (Am cumpărat-o de la FRED), Instrumentul (Bill taie cu un CUȚIT), Beneficiarul (Am cumpărat-o PENTRU TINE), precum și Timpul.*

Nici un limbaj al vreunui animal sălbatic nu are asemenea caracteristici structurale. În cel mai bun caz, limbajele animalelor sălbatice se ridică la câteva strigăte și amplificări asociate (de obicei comportând re-

petiție, ca în rotațiile dansului legănat al albinei sau repetările țipătului de alarmă al primatelor) și niște combinații de strigăte utilizate foarte rar pentru noi tipuri de mesaje. Prin educație, anumite animale au ajuns să înțeleagă o ordine coerentă a cuvintelor, astfel încât ele răspund corect unei cereri de tipul „Kanzi, atinge banana cu mingea“, în care ordinea cuvintelor e folosită pentru a distinge ceea ce săvârșește acțiunea de cel asupra căruia se săvârșește.

Oricum, lingviștii ar vrea să situeze granițele limbajului dincolo de o asemenea înțelegere a propoziției: în experimentele cu animale, ei vor să vadă *producere* de propoziții prin utilizarea gramaticii mentale; simpla înțelegere, insistă ei, e prea ușoară. Deși presupunerea înțelesului adesea e suficientă pentru înțelegere, încercarea de a crea și rosti o unică propoziție demonstrează rapid dacă știi sau nu regulile suficient de bine pentru a evita ambiguitățile.

Totuși, testul producerii de propoziții este mai relevant pentru deosebirile dintre oamenii de știință decât pentru cele dintre cei care învață limbajul; la urma urmei și la copii înțelegerea apare prima. Încercarea inițială de a învăța cimpanzeii limbajul prin semne ale surzilor a implicat învățarea cimpanzeului cum să producă mișcările dorite; înțelegerea semnificației unui semn a venit doar mai târziu, dacă a venit. Acum problema comprehensiunii, ridicată în cele din urmă de limbajul antropoidelor, pare să fie un obstacol mult mai mare decât s-a crezut, dar, odata ce un animal îl trece, producerea crește spontan.

Lingviștii nu sunt prea interesați de ceva mai simplu decât regulile reale, dar etologii și specialiștii în

psihologia comparată și cea a dezvoltării sunt. Uneori, pentru a da fiecăruia partea sa, vorbim despre limbaje: „limbaj", în sensul comunicării sistematice, și Limbaj cu literă mare pentru exprimarea elitei utilizatoare de sintaxă. Toate ajută la dezvoltarea mobilității și a vitezei mentale (și, deci, a inteligenței). În vreme ce morfologia și fonetica ne spun, de asemenea, ceva despre procesele cognitive, structura expresiei, structura argumentului și cuvintele legate de poziția relativă prezintă un interes special datorită aspectului lor arhitectural — și aceasta furnizează o anumită cunoaștere despre structurile mentale potrivite inteligenței de tip presupunere corectă.

> *Înțelegerea necesită un proces intelectual activ de ascultare a altcuiva în timp ce încerci să ghicești, dintr-o scurtă rafală de sunete, intenția și ceea ce vrea să spună celălalt — ambele fiind exprimate întotdeauna imperfect. Producerea, dimpotrivă, e simplă. Noi știm ce credem și ceea ce vrem să spunem. Nu trebuie să ghicim „ce este ceea ce vrem să spunem", ci doar cum s-o spunem. Dimpotrivă, când ascultăm pe altcineva, trebuie nu numai să determinăm ceea ce spune cealaltă persoană, dar, de asemenea, și ceea ce ea sau el vrea să spună prin ceea ce a spus, fără cunoașterea din interior pe care o are vorbitorul.*
>
> SUE SAVAGE-RUMBAUGH, 1994*

Cât din limbaj este înnăscut la oameni ? Desigur, imboldul de a învăța noi cuvinte este probabil înnăscut într-un mod în care imboldul de a învăța matematică nu este. Alte animale învață gesturi prin imitare, dar copiii preșcolari par să ajungă la o medie de zece cuvinte noi în fiecare zi — o realizare ce-i așază într-o clasă diferită de imitatori. Iar ei dobândesc instrumen-

te sociale importante, nu doar vocabular. Un instrument adecvat muncii conferă inteligență utilizatorului, subliniază neuropsihologul englez Richard Gregory — iar cuvintele sunt instrumente sociale. Astfel, doar acest imbold singur poate da seama de o sporire majoră a inteligenței antropoidelor.

Mai există, de asemenea, imboldul preșcolarului de a-și însuși regulile de combinare pe care le numim gramatică mentală. Aceasta nu e o sarcină intelectuală, în sensul obișnuit: chiar și copiii cu un nivel scăzut de inteligență par să-și însușească fără efort sintaxa, ascultând. Însușirea sintaxei nu e nici rezultatul eliminărilor succesive, căci copiii par să facă destul de rapid trecerea la construcții sintactice. Învățarea joacă un rol, cu siguranță, dar anumite aspecte rigide ale gramaticii sugerează o conexiune înnăscută. Așa cum subliniază Derek Bickerton, modurile noastre de exprimare a relațiilor (toate acele cuvinte de tip *deasupra/dedesubt*) nu pot fi extinse, în timp ce întotdeauna poți adăuga mai multe substantive. Datorită existenței constante în toate limbile a erorilor făcute de copiii care tocmai învață să vorbească, datorită felului în care numeroase aspecte ale gramaticii se modifică împreună în toate limbile (atât SVO cât și SOV utilizează prepoziții, chiar dacă le poziționează diferit — SVO le prepune, iar SOV le postpune)[1], datorită acelor adulți asiatici și datorită anumitor construcții ce

[1] Autorul se referă la fenomenul trecerii de la sintetic la analitic, fenomen observat la majoritatea limbilor; în acest proces, exprimarea raporturilor gramaticale nu se mai face prin adăugarea de afixe la tema cuvintelor, ci prin cuvinte izolate (*n.t.*).

par interzise în oricare dintre limbile cunoscute, lingviști precum Noam Chomsky au presupus că este implicat ceva biologic — creierul uman având structuri înnăscute pentru construcțiile arborescente necesare sintaxei, la fel cum are structuri înnăscute pentru mersul biped:

> Vorbirea normală e alcătuită, în mare parte, din fragmente, false începuturi, combinări și alte distorsiuni ale formelor idealizate fundamentale. Totuși... ceea ce învață copiii sunt fundamentele [idealizate]. Acesta este un fapt remarcabil. Trebuie, de asemenea, să avem în minte că un copil construiește aceste forme idealizate fără o instruire explicită, că el dobândește această cunoaștere la vremea când nu e capabil de realizări intelectuale complexe în multe alte domenii, și că această realizare este relativ independentă de inteligență.

Există, bineînțeles, un „modul al limbajului" în creier — localizat la cei mai mulți dintre noi chiar deasupra urechii stingi —, iar Gramatica Universală poate fi o structură înnăscută a acestei porțiuni. Maimuțelor le lipsește această zonă laterală stângă a limbajului: vocalizările lor (ca și exprimările emoționale ale oamenilor) utilizează o zonă corticală mai primitivă a vorbirii, deasupra corpului calos. Nimeni nu știe încă dacă antropoidele au o zonă laterală a limbajului sau vreo configurație asemănătoare.

Dacă un tânăr bonobo sau un cimpanzeu ar avea cele două impulsuri pe care le au copiii — de a căuta cuvinte și descoperi reguli — suficient de puternice și la momentul potrivit în dezvoltarea creierului, și-ar auto-crea oare un cortex al limbajului ca al nostru și l-ar folo-

si pentru a cristaliza un set de reguli din amestecurile cuvintelor? Sau interconexiunile neurale înnăscute ale oamenilor există și în absența experienței, fiind pur și simplu neutilizate dacă impulsurile sau ocaziile lipsesc? Mi se pare că ambele situații sunt compatibile cu afirmația lui Chomsky. Gramatica Universală poate rezulta din „cristalizarea" regulilor prin auto-organizare cerebrală, apărând asemeni substanțelor de „semnalizare" din automatismele celulare.

Și, pentru a distinge experimental între structurile înnăscute exclusiv umane și cristalizarea determinată de stimul, soluția este de a „îndopa" cu vocabular și propoziții tinere antropoide promițătoare, scheme inteligente de motivare substituind receptivitatea naturală a copilului. Este, cred, un noroc că antropoidele sunt limitate când e vorba să posede Adevăratul Limbaj, al lingviștilor, căci studiind eforturile lor am putea, în cele din urmă, să aruncăm o privire asupra fundamentelor funcționale ale gramaticii mentale. S-ar putea ca, în cursul evoluției umane, treptele de evoluție să fi fost acoperite de suprastructuri și să fi devenit funcționale fără să ne lase posibilitatea de a le identifica.

Uneori ontogenia repetă filogenia (încercările copilului de a sta în picioare reconstituind filogenia trecerii de la patruped la biped; coborârea laringelui în primul an al copilului reconstituind modificările procesului de transformare a antropoidului în om). Totuși, dezvoltarea se poate derula atât de rapid încât nu reușești să vezi repetarea procesului de evoluție. Oricum, dacă am putea observa tranziția către construcții mai complicate la bonobi, am putea fi în stare să descoperim

ce tipuri de învățare sporesc capacitatea de sintaxă, ce altceva concurează, iar astfel obstrucționează limbajul, și ce zone din creier „se luminează" în comparație cu cele umane. Pe lângă implicațiile majore pentru concepția noastră despre ceea ce este exclusiv uman, o înțelegere a fundamentelor lingvistice antropoide ne-ar putea ajuta să-i instruim pe cei cu probleme de limbaj și am putea chiar dezvălui sinergiile ce ajută învățarea limbajului și capacitatea de a face presupuneri mai corecte. Doar prin eforturile pricepuților îndrumători ai bonobilor avem posibilitatea să răspundem întrebărilor despre treptele evoluției.

Sintaxa este ceea ce folosești, s-ar părea, pentru a crea acele modele mentale mai complicate, implicând situațiile de tipul cine ce a făcut cui, de ce, când și în ce scop. Or, cel puțin dacă vrei să comunici o asemenea înțelegere elaborată, trebuie să traduci modelul tău mental al acelor relații în gramatica mentală a limbajului, și apoi să ordonezi sau să flexionezi cuvintele pentru a-l ajuta pe ascultător să reconstruiască modelul tău mental. S-ar putea, bineînțeles, să fie mai ușor doar să „gândești în sintaxă" în primul rând. În acest sens, trebuie să ne așteptăm ca sporirea capacității de sintaxă să aibă ca rezultat o mare sporire a inteligenței de tip presupunere corectă.

Regula jocului este să re-creezi modelul tău mental în mintea ascultătorului. Receptorul mesajului tău nu va avea nevoie să știe aceeași gramatică mentală pentru a decodifica șirul cuvintelor într-o aproximativ aceeași înțelegere mentală. Deci sintaxa înseamnă structurarea relațiilor între elemente (cuvinte, de obicei) în modelul tău mental subiacent și nu suprafața

lucrurilor — precum SVO sau flexiunile, care sunt doar indicii. Treaba ta ca ascultător este să-ți dai seama ce tip de arborescență se va potrivi exact cu șirul de cuvinte pe care îl auzi. (Imaginează-ți că sunt trimise valorile numerice pentru tabelele de contabilitate și că trebuie să ghicești formulele tabelelor de contabilitate necesare pentru corelarea lor!)

Aceasta se poate realiza încercând o configurație simplă (făptuitor, acțiune, cel ce suferă acțiunea, determinanți) și completând cu cuvintele rămase. Încerci o altă arborescență și descoperi că există spații necompletate care nu pot fi lăsate goale. Folosești acele indicii despre structura arborescenței furnizate de pluralurile și verbele vorbitorului — de exemplu, știi că „dă“ cere atât un receptor, cât și un element dat. Dacă nu există nici un cuvânt (exprimat sau implicit) pentru a umple spațiul necesar, atunci ștergi acea arborescență și treci la alta. Probabil încerci o mulțime de arborescențe diferite în mod simultan mai degrabă decât serial, deoarece înțelegerea (găsirea unei interpretări suficient de bune a acelui șir de cuvinte) poate opera cu o viteză uluitoare.

La sfârșit, câteva arborescente pot fi completate cum trebuie, fără cuvinte rămase pe dinafară, astfel încât trebuie să hotărăști care dintre interpretări este cea mai rezonabilă, dată fiind situația în care te afli. Apoi ai terminat. Asta înseamnă înțelegere conform modelului lingviștilor — cel puțin în versiunea mea (desigur ultrasimplificată).

Gândiți în termenii „pasienței“ : nu termini până n-ai întors cu succes toate cărțile, urmând regulile pri-

vind ordinea descendentă și alternarea culorilor — iar în anumite configurații ale cărților este imposibil să reușești. Pierzi acea partidă, amesteci pachetul de cărți și încerci din nou. Pentru anumite șiruri de cuvinte, nici o rearanjare nu va duce la găsirea unei mulțimi coerente de relații — la o poveste implicând cine ce a făcut cui, pe care s-o poți construi. Dacă cineva îți spune un șir de cuvinte atât de ambiguu, atunci a picat un important test de capacitate lingvistică.

În cazul anumitor propoziții create de un om competent din punct de vedere lingvistic, ai o altă problemă: poți construi scenarii multiple — moduri alternative de înțelegere a șirului de cuvinte. În general, unul din candidați va satisface convențiile limbajului sau ale situației mai bine decât ceilalți, devenind astfel „înțelesul“ comunicării. Contextul creează înțelesuri pentru anumite elemente în propoziție, salvând vorbitorul de la producerea unor formulări mai lungi. (Pronumele sunt astfel de prescurtări.)

Acele reguli formale de corectitudine compozițională pe care le-ai învățat la școală sunt, de fapt, tot timpul încălcate în formulările incomplete ale vorbirii de fiecare zi. Dar vorbirea de fiecare zi este suficientă, căci adevăratul examen constă în a putea comunica audienței modelul tău mental despre cine ce a făcut cui, iar contextul va permite, de obicei, ascultătorului să completeze piesele lipsă. Pentru că un mesaj scris trebuie să funcționeze fără o mare parte din context, și fără o conexiune inversă, precum expresia de iluminare sau nedumerire de pe fața ascultătorului, trebuie să fim mult mai riguroși — și, într-adevăr, mult mai redundanți — atunci când scriem decât atunci

când vorbim, dând o utilizare mai deplină sintaxei și regulilor gramaticale.

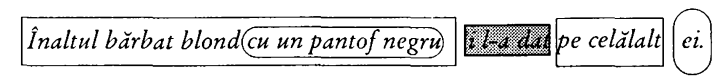
Lingviștilor le-ar plăcea să înțeleagă cum sunt create și înțelese propozițiile în mod mecanicist — ce permite viteza uluitoare a înțelegerii propoziției. Îmi place să numesc această „mașină a limbajului“ o *lingua ex machina*. Aceasta bineînțeles atrage după sine comparația cu *deus ex machina* din teatrul clasic — o platformă rotită pe scenă (mașina zeu) de pe care un zeu îi dăscălește pe ceilalți actori; mai recent, termenul e atribuit oricărei rezolvări forțate a unei probleme complicate. Până se îmbunătățește tehnica noastră dramaturgică, algoritmul nostru pentru înțelegerea propozițiilor va părea, de asemenea, forțat.

Voi propune în continuare un mod de funcționare a unei asemenea *lingua ex machina*, combinând algoritmic structura expresiei cu structura argumentului. Lingviștii vor găsi, probabil, că este cel puțin la fel de forțat ca și alte sisteme de schematizare. Dar iată în continuare câteva rânduri care merită atenția despre „Sistemul pneumatic de ridicare al lui Calvin“, implicând procese la fel de simple ca și cele ale departamentului maritim sau ale unei linii de producție.

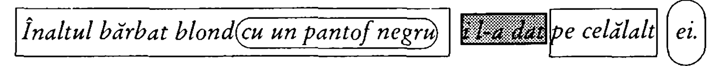
Să presupunem că tocmai am auzit sau citit o propoziție completă: „Înaltul bărbat blond cu un pantof negru i l-a dat pe celălalt ei“. Cum construim modelul mental al acțiunii ? Trebuie să încadrăm câteva dintre piese, iar expresiile prepoziționale sunt un punct de pornire potrivit. *Mașina noastră știe toate prepozițiile* și pune în aceeași casetă cu ele substantivele adiacente lor (următorul substantiv, dacă propoziția este

Sistemul pneumatic de ridicare al lui Calvin

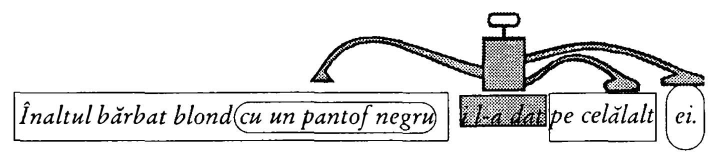
1. Încadrează expresiile prepoziţionale, având o casetă specială pentru verb (cuprinzând orice adverbe şi auxiliari).



2. Încadrează expresiile substantiv împreună cu toţi determinanţii (casete în casete).



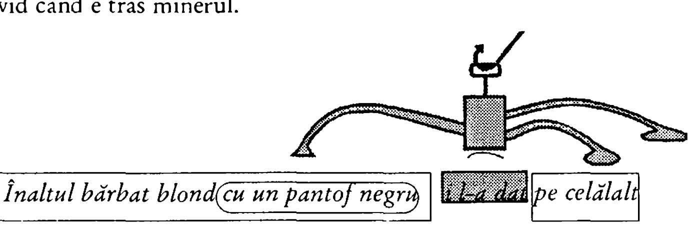
3. Verbul precizează tipul de dispozitiv de ridicare: un subiect cu două obiecte obligatorii.



4. Funcţionează cu succes dacă e în stare să „ridice" propoziţia fără a lăsa nimic pe dinafară.



5. Dacă lipseşte o casetă obligatorie, nu se formează nici un fel de vid când e tras minerul.



în engleză, substantivul precedent dacă propoziția e în japoneză). Voi folosi casete cu colțuri rotunjite pentru a indica gruparea expresiilor — „cu un pantof negru“ și „ei“. Din când în când, amintirile nonlingvistice trebuie puse la treabă pentru a face o încadrare corectă, ca în cazul acelei expresii ambigue „vițelul cu cornul răsucit care-i place țăranului Giles“. Cunoașterea faptului că Giles are o colecție de coarne deasupra căminului te-ar putea ajuta să ghicești dacă „ceea ce-i place țăranului Giles“ ar trebui pus în aceeași casetă cu „vițel“ sau cu „corn răsucit“.

Verbele au casete speciale datorită rolului special pe care îl joacă. A apărut un adverb sau un auxiliar, ca „trebuie“, îl voi pune în aceeași casetă cu verbul, chiar dacă el nu-i este adiacent.

Apoi punem în casetă expresiile substantiv, cuprinzând orice casetă cu expresii prepoziționale care le modifică, astfel încât putem avea casete rotunjite în casete dreptunghiulare. Dacă avem o expresie complexă, ea poate funcționa ca un substantiv pentru gruparea următoare. Acum am strâns totul grupat (trebuie să fie cel puțin două casete, dar adesea există mai multe).

Apoi trebuie să le „ridicăm“ comasat și să scoatem, metaforic, din spațiul de muncă această comasare în sfârșit înțeleasă. Se va ridica de la pământ? Sunt câteva moduri diferite de manevrare a mașinii mele de ridicare pneumatică, în funcție de verbul pe care îl identificăm (în cazul acesta, trecutul lui „a da“). Există „o pompă de vid“ pentru caseta expresiei substantiv conținând subiectul (l-am desenat ca pe o mică piramidă). Nu poți avea o propoziție fără subiect și verb, iar dacă subiectul lipsește, aerul va fi aspirat în

câmp deschis, nu se va forma nici un fel de vid, iar mașina de ridicat nu va funcționa. (De aceea am utilizat aici mai degrabă pompe de vid decât cârlige — pentru a face ținta obligatorie.)

Dar, după cum spuneam mai devreme, „a da" este special prin aceea că necesită două obiecte. (Nu poți spune „Am dat ei" sau „Am dat".) De aceea dispozitivul de ridicare are în plus două linii de aspirare. I-am lăsat, de asemenea, și câteva linii nepneumatice — simple șiruri cu cârlige, care pot purta cât de multe expresii substantivale opționale și expresii prepoziționale, oricum atâtea câte permite verbul.

Câteodată capetele de aspirare și cârligele opționale necesită o anumită ghidare pentru a găsi o țintă adecvată: de exemplu SVO poate ajuta capătul subiect să găsească expresia substantivală adecvată — cum ar putea s-o facă și un marcator de caz, precum „el". Alte flexiuni sunt de mare folos, precum acordul în gen și număr între verb și subiect. Capetele aspiratoare și cârligele ar putea veni cu mici etichete pe ele pentru Beneficiar, Instrument, Negație, Obligație, Scop, Posesie ș.a.m.d., cuplându-se doar cu termeni adecvați acelor categorii. Capacitatea acestei mașini gramaticale speciale de a ridica dispozitivul atașat verbului și de a purta toate casetele, nelăsând nici una în urmă și fără nici un capăt de aspirare liber, arată că mașina a recunoscut propoziția. Dacă un capăt aspirator nu găsește nimic de care să se fixeze, nu se produce nici un vid când tragi minerul, iar construcția nu este ridicată. Nu se pune problema ducerii la bun sfârșit a sarcinii.

După cum s-a observat, fiecare verb odată identificat de către *lingua ex machina*, are un tip de dispo-

zitiv caracteristic: de exemplu, dispozitivele pentru verbe intranzitive precum „a dormi“ au doar un capăt de aspirare pentru subiect, dar au cârlige opționale, în caz că există expresii în plus ce trebuie agățate. „A dormi“ va susține roluri opționale, precum Timp („după cină“) și Loc („pe canapea“) — dar nu Destinatar.

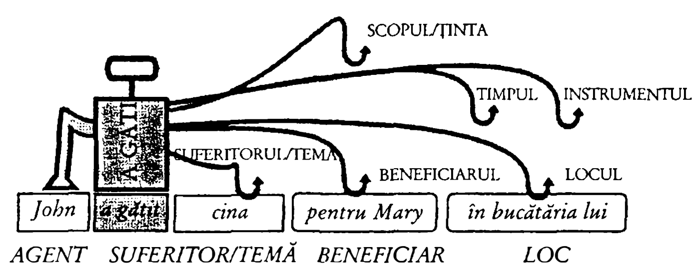
Există de obicei un capăt de aspirare pentru un Agent (deși câteodată nu există un Agent — să zicem în propoziții ca „Gheața s-a topit“), poate alte capete de aspirare cu roluri înrudite, precum și câteva cârlige pentru alte roluri posibile în repertoriul narativ al verbului.

Și, bineînțeles, același principiu al cutiilor în cutii care permit ca o expresie prepozițională să joace rolul unui substantiv ne poate permite să avem propoziții în propoziții, ca în propozițiile subordonate sau în cele de tipul „Cred că l-am văzut plecând, pentru a ajunge acasă“.

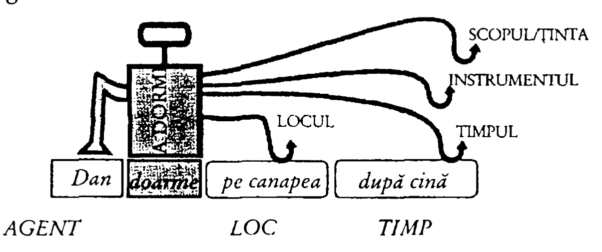
Aceasta este versiunea scurtă a sistemului meu de ridicare. Dacă i se pare valoroasă lui Rube Goldberg, nu uitați că el este sfântul protector al evoluției.

Presupun că, exact ca într-o sală plină de jucători de bingo, multe încercări de rezolvare sunt făcute în paralel, cu multiple copii ale propoziției candidat suprapuse diferitelor eșafodaje de propoziții prototip, iar multe dintre aceste construcții cad din cauza cuvintelor rămase pe dinafară și a capetelor de aspirare libere. Versiunile al căror dispozitiv atașat verbului ridică totul strigă „Bingo!“ și jocul descifrării e încheiat (afară de cazul în care e remiză).

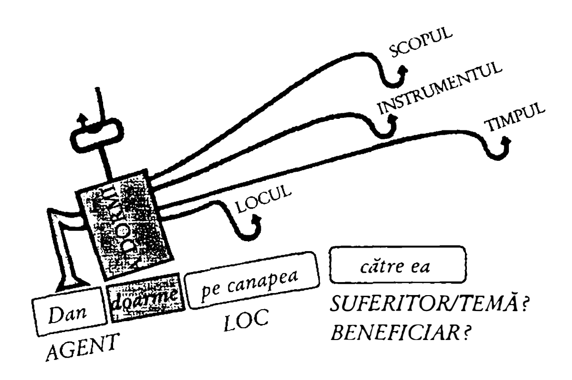
În plus față de capetele de aspirare pentru rolurile obligatorii, multe dispozitive de verb au „cârlige“ ce joacă rolurile opționale, dacă ele pot găsi o casetă cu conținut potrivit.



Dispozitivelor verbelor intranzitive le lipsesc anumite cârlige de rol...



...iar anumite casete ilicite pot să nu aibă nimic care să le ridice, rămânând în urmă, și astfel sarcina rămâne neîndeplinită.



A fi în stare să ridici totul este pur și simplu un test de structurare adecvată a propoziției; remarcați că, odată reușită ridicarea propoziției, ordinea și flexiunile nu mai contează, căci rolurile au fost repartizate. Această *lingua ex machina* ar putea ridica anumite tipuri de nonsensuri — precum celebrul exemplu al lui Chomsky, „Ideile verzi fără culoare dorm cu furie“ — dar ar eșua să ridice o non-propoziție, precum „Ideile verzi fără culoare dorm lor“. (Dispozitivul verbului „a dormi“ nu are cârlige sau brațe aspiratoare pentru restul de Obiecte.)

Deși un model mental rațional al relațiilor poate fi scopul comunicării, iar propozițiile negramaticale nu pot fi descifrate exceptând modalitatea simplei asocieri de cuvinte, structurile gramaticale ale cuvintelor pot fi totuși create astfel încât să se potrivească, dar să nu aibă asociat un model mental rezonabil. Testul semanticii este diferit de testul gramaticii. Semantica anulează echivocul, hotărând între multiplii învingători cam în același mod ca la meciurile de box fără knock out, decise pe baza punctajelor acordate de arbitri. Tot așa ghicim ce e mai probabil să-i placă țăranului Giles — vițelul sau cornul.

Deși fiecare propoziție e o mică poveste, noi construim șiruri de structuri conceptuale mult mai mari decât propozițiile. Și ele au o mulțime de roluri obligatorii și opționale de satisfăcut. Ele urmează gramatica, după cum observă scriitoarea Kathryn Morton:

> Primul semn că un copil va deveni o ființă umană și nu un animăluț zgomotos apare atunci când începe să numească lumea și să pretindă povești care să lege părțile ei.

> Odată ce află primele povești, el își va instrui ursulețul de pluș, își va impune imaginea sa despre lume victimelor de la locul de joacă, își va spune sieși povești despre ceea ce face când se joacă și va anticipa istorii despre ce va face când va fi mare. Va ține evidența acțiunilor celorlalți și va raporta persoanei responsabile abaterile remarcate. Va dori o poveste înainte de culcare.*

Capacitățile noastre de planificare prealabilă se dezvoltă treptat de la poveștile copilăriei și sunt o temelie importantă pentru opțiunile etice, de exemplu, când ne imaginăm desfășurarea unei acțiuni, ne imaginăm efectele sale asupra altora și decidem să n-o facem.

Împrumutând structurile mentale ale sintaxei pentru a judeca alte combinații de acțiuni posibile, ne putem extinde capacitățile noastre de planificare prealabilă și inteligența. Până la un anumit nivel aceasta se face vorbind în gând cu noi înșine, inventând povești despre ceea ce s-ar putea întâmpla în viitor și apoi aplicând regulile de combinare de tip sintaxă pentru a aprecia (iarăși o decizie la puncte) un scenariu candidat ca o absurditate periculoasă sau doar o absurditate, ca posibil, probabil sau logic. Dar presupunerea noastră inteligentă nu e limitată la construcții de tip limbaj: într-adevăr, putem striga „Evrika!“ atunci când un set de relații mentale se potrivește, dar putem avea totuși probleme cu exprimarea acestora și înțelegerea verbală la mai multe săptămâni după aceea. Ce se află în creierele umane încât ne permite să fim atât de buni în presupunerea relațiilor complicate?

> *Nu realizăm cât de adânc afectează presupunerile noastre de început modul în care pornim în căutarea și interpreta-*

rea datelor pe care le strângem. Ar trebui să recunoaștem că organismele non-umane nu au nevoie să cunoască fiecare nouă definiție a limbajului uman, a folosirii uneltelor, a minții sau conștiinței umane pentru a avea versiuni proprii ale acestora, care sunt rezultatul unui studiu serios. Noi ne-am separat prea mult agățându-ne de definiții care să distingă omul de celelalte forme de viață de pe planetă. Trebuie să ne întoarcem din nou la marele curs al vieții de acolo de unde ne-am ridicat și să ne străduim să pătrundem începuturile a tot ceea ce suntem și a tot ceea ce putem fi.

SUE SAVAGE-RUMBAUGH, 1994*

Nu ne putem înțelege nici pe noi și nu putem înțelege nici lumea noastră până n-am înțeles pe deplin ce este limbajul și ce a făcut el pentru specia noastră. Căci, deși limbajul a creat specia noastră și lumea în care trăim, puterile pe care le-a descătușat ne-au condus la înțelegerea și controlul mediului înconjurător, mai degrabă decât la explorarea cauzei principale a înseși existenței noastre. Am urmat calea controlului și dominării până când și cei mai îndrăzneți dintre noi au început să se teamă gândindu-se unde se poate ajunge. Acum motorul dorinței noastre de putere și cunoaștere ar trebui să devină el însuși obiectul a ceea ce căutăm să aflăm.

DEREK BICKERTON, 1990*

6
Evoluția din zbor

Predicția fenomenelor și puterea asupra lor depind de cunoașterea succesiunii lor și nu de vreo noțiune pe care ne-am fi putut-o forma privitor la originea sau natura lor cea mai intimă.

JOHN STUART MILL,
Auguste Comte and Positivism, 1865*

Problemele sunt rezolvate nu prin furnizarea de noi informații, ci prin aranjarea a ceea ce știam de mult.

LUDWIG WITTGENSTEIN,
Philosophical Investigations, 1953

„Un lucru urmează altuia“ este un concept destul de simplu, pe care multe animale îl pot stăpâni. Într-adevăr, în cea mai mare parte acest lucru se învață; pentru câinii lui Pavlov era *clopoțelul* urmat, de regulă, de *hrană*.

Pot fi înlănțuite mai mult decât două lucruri; multe animale au elaborat secvențe muzicale, ca să nu mai vorbim de acele secvențe de mișcare precum pașii (cailor). Dobândirea vocabularului și înțelegerea ordinii de bază a cuvintelor sunt, după cum tocmai

am văzut, probleme de limbaj relativ ușoare atât pentru oameni, cât și pentru bonobi.

Dacă secvențializarea este atât de elementară, de ce planificarea prealabilă este atât de rară în regnul animal, cu excepția acelor cazuri banale de anticipare cu care se descurcă atât de bine simpla melatonină? Ce mașinărie mentală mai este necesară pregătirii pentru o eventuală nouă întâmplare neprevăzută? (Să fie oare structura argumentului, ca în acele dispozitive ridicătoare de verbe?) Cum facem noi ceva ce n-am mai făcut înainte, fără amintiri exacte care să ne călăuzească? Cum putem chiar să ne și imaginăm un asemenea lucru?

Întotdeauna spunem ceva ce n-am mai spus niciodată înainte. Celălalt generator de noutăți, operând la fel de frecvent în viața noastră (deși adesea subconștient), este acel anticipator a „ceea ce urmează să se întâmple“, menționat în capitolul 2 în contextul efectelor amuzante și deranjante ale incoerenței ambientale.

Poate că mecanismele anticipării sunt asemănătoare celor folosite în cele mai complicate aspecte ale gramaticii mentale, cele antrenând concordanțe de mare întindere, cum ar fi înlocuirea ordinii de bază a cuvintelor cu forme alternative pentru întrebările cine–ce–când. Poate că arborescențele utilizate de structura expresiei sau rolurile obligatorii ale structurii argumentului sunt mecanisme mentale ce folosesc anticipări într-un mod mai general.

Gramatica mentală furnizează cea mai completă înțelegere a acelor structuri mentale ce ar putea fi cele mai la îndemână pentru presupunerea inteligentă.

Acest capitol va scruta încă trei: regruparea, secvențializarea și procesele darwiniste.

Jonglarea cu mai multe lucruri deodată este una dintre capacitățile măsurate de testele cu multiple variante de răspuns, în special de problemele de analogie. (A este pentru B precum C este pentru [D, E, F].) Ea se manifestă, de asemenea, în capacitatea noastră de reamintire a numerelor de telefon suficient timp pentru a le putea forma. Mulți oameni pot reține numere cu șapte cifre între 5 și 10 secunde, dar vor recurge la notarea pe hârtie dacă vor avea de-a face cu un număr interurban sau chiar mai lung, internațional.

Reiese că limitarea nu e dată de numărul cifrelor, ci de numărul *grupurilor* de cifre. Îmi amintesc prefixul pentru San Francisco, 415, ca pe o singură unitate, dar numărul 451 nu înseamnă nimic pentru mine, deci ar trebui să mi-l amintesc ca fiind format din trei unități: 4, 5 și 1. Regruparea se referă la procesul de comprimare a numerelor 4, 1 și 5 în entitatea 415. Un număr de telefon de zece cifre din San Francisco, precum 4153326106, are pentru mine doar opt elemente; schemele noastre de utilizare în notarea numerelor a unor separatori pe care nu-i formăm — ca (415) 332–6106 sau 415.332.6106 — sunt un ajutor esențial pentru regrupare.[*]

Câte grupuri de numere poți reține? Aceasta diferă de la om la om, dar media obișnuită dă titlul unui celebru articol al psihologului George Miller: „Numărul magic șapte, plus sau minus doi“.[*] Este ca și cum mintea are loc doar pentru un număr limitat de elemente — cel puțin în spațiul de lucru folosit

pentru problemele curente. Când te apropii de limita ta, încerci să comprimi câteva elemente într-un singur grup pentru a face astfel mai mult spațiu. Acronimele sunt o versiune a regrupării, făcând un singur „cuvânt“ din mai multe. Într-adevăr, multe cuvinte noi sunt doar substitute pentru o expresie mai lungă, ca, de exemplu „ambivalența“, inventată de cineva ca o prescurtare, pentru a scuti un întreg paragraf explicativ. Un dicționar este un compendiu de regrupări făcute de-a lungul secolelor. Combinarea regrupării cu vorbirea rapidă, astfel încât foarte mult înțeles să poată fi cuprins într-un interval cât mai redus al memoriei de scurtă durată, a fost, cu siguranță, deosebit de importantă pentru reținerea în minte în același timp a cât mai multor informații posibil.*

Astfel una dintre primele lecții despre memoria de lucru este aceea că, după toate probabilitățile, există o zonă de rulare limitată, mai potrivită câtorva elemente decât dublului acelui număr. Această limitare are probabil anumite implicații pentru inteligență (cu siguranță pentru testele IQ), dar principala trăsătură a actelor inteligente este gândirea divergentă creativă, nu memoria *per se.* Un proces care va produce presupuneri corecte este ceea ce ne trebuie.

Limbajul și inteligența sunt atât de puternice încât de obicei presupunem că din ce în ce mai mult înseamnă și din ce în ce mai bine. Totuși, cel puțin teoreticienii evoluționismului sunt foarte atașați ideii ca evoluția este plină de stații terminus care pot preveni asemenea „progres“ direct și încearcă să sublinieze căile indirecte ale evoluției ce implică organe multifuncționa-

le. Multe organe sunt de fapt multifuncționale și își modifică amestecul lor relativ de funcții de-a lungul timpului. (Când anume a devenit plămân organul schimbului de gaze al peștilor — cunoscut ca „bășica înotătoare" datorită rolului său în neutralizarea forței ascensionale —?) Iar, dacă analogia cu software-ul calculatorului are credibilitate, este mult mai ușor pentru creier decât pentru orice alt organ să fie multifuncțional. Cu siguranță, anumite *regiuni* ale creierului sunt, de asemenea, multifuncționale.

Deci, pentru a înțelege începuturile mașinii neurale a anticipării sau a limbajului, trebuie să avem în minte că mecanismele pe care se sprijină ar putea avea funcții multiple, oricare din ele putând fi determinată de selecția naturală, aducând astfel incidental profituri celorlalte. Ar putea fi asemenea cu ceea ce arhitecții numesc înlesniri esențiale, precum camerele pentru copiatoare și cutiile poștale. Gura, de exemplu, este o înlesnire esențială multifuncțională, implicată în băut, gustat, ingurgitare, vocalizare și exprimare emoțională; la anumite animale, de asemenea, în respirat, răcorit și luptă.

Tactica bonus-ului (plătirea unui lucru, dar obținerea altuia „gratis" pentru că l-ai cumpărat pe primul) este o strategie de marketing familiară. Ce capacități umane ar putea fi grupate precum proverbialul „aperitiv gratuit" care intră în prețul băuturilor? În particular, ar putea sintaxa ori planificarea să fie grupate cu altă capacitate pur și simplu pentru că ele pot utiliza în plus o înlesnire esențială?

Îmi dau seama că o explicație de tip „aperitiv gratuit" va ofensa sensibilitatea multor calviniști dintre

adaptaționiștii ce susțin teoria evoluționistă — cei ce cred că orice trăsătură, cât de neînsemnată trebuie să-și plătească partea sa. Dar o contabilitate strictă nu e întotdeauna regula jocului. După cum notam mai devreme (*extinzi o parte, extinzi tot*), lărgirea creierului mamiferelor nu se face pe zone. Iar un „aperitiv gratuit“ este doar un alt mod de raportare la ceea ce susținea însuși adaptaționismul originar. Charles Darwin reamintea cititorilor, într-un comentariu pe marginea considerațiilor sale generale asupra adaptării, că reconversiile funcțiilor sunt „atât de importante“.

În timpul convertirii funcției — al transformării bășicii înotătoare în plămân, de exemplu — există probabil o perioadă multifuncțională (într-adevăr, uneori perioada multifuncțională poate dura la nesfârșit). În timpul ei, o caracteristică anatomică apărută inițial prin selecția naturală pentru o singură *funcție contribuie enorm* la o *nouă funcție cu mult* mai mult decât a făcut-o până atunci orice selecție naturală a noii funcții. Plămânii au fost „prefigurați“ de compensările anterioare ale forței ascensionale. Ce funcții cerebrale au „ajutat“ alte funcții cerebrale? Cum a contribuit acest lucru la inteligență?

> *Privitor la tranziția organelor, este extrem de important să avem în minte probabilitatea conversiei de la o funcție la alta.*
>
> CHARLES DARWIN,
> *The Origin of Species*, 1859*

Cu siguranță avem o pasiune pentru crearea unor legături structurate între lucruri care depășesc cu mult secvențializările produse de alte animale. Pe lângă

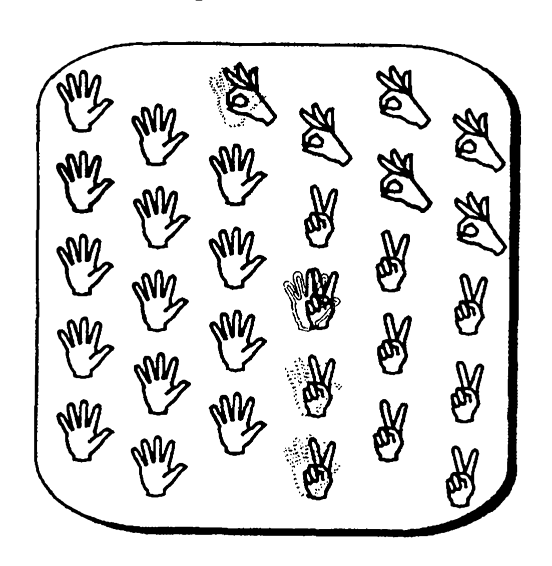
cuvinte în propoziţii, noi îmbinăm note în melodii, paşi în dansuri şi creăm poveşti în cadrul jocurilor cu reguli procedurale. Ar putea fi aceste şiruri structurate o înlesnire esenţială a creierului, utilă pentru limbaj, povestire, planificare prealabilă, jocuri şi etică? Ar putea fi mărită, prin selecţie naturală, maşina neurală comună acestor capacităţi astfel încât gramatica îmbunătăţită să servească extinderii capacităţilor de planificare prealabilă?

Anumite capacităţi specific umane — muzica, de exemplu — produc confuzie, căci este greu de imaginat vreun mediu înconjurător care să confere un avantaj evoluţionist celor dăruiţi muzical faţă de afoni. Până la un anumit punct, muzica şi dansul sunt, cu siguranţă, un câştig secundar al înseşi maşinăriei neurale create de îmbinările structurate mai expuse selecţiei naturale, precum limbajul.

Ce alte capacităţi specific umane e probabil să se fi aflat sub o puternică selecţie naturală? Oricât de improbabil ar părea, mişcările balistice de planificare s-ar putea să fi contribuit serios la apariţia limbajului, muzicii şi inteligenţei. Antropoidele au formele elementare ale mişcărilor rapide ale braţului în care noi suntem experţi — ciocănire, strângere, aruncare — şi de aceea cineva îşi poate imagina scenarii de vânătoare şi fabricare de unelte care, în anumite situaţii, erau completări importante la strategiile de bază pentru obţinerea hranei ale hominidelor. Dacă aceeaşi înlesnire esenţială de tipul unui „şir structurat“ este folosită pentru gură ca şi pentru mişcările balistice ale mâinii, atunci perfecţionarea limbajului ar putea contribui la îmbunătăţirea dexterităţii manuale. Dar

la fel de bine ar putea funcționa și în celălalt sens: aruncări precise deschid posibilitatea de a mânca regulat carne, de a putea supraviețui iernii în zonele temperate și, ca un profit neprevăzut, un „aperitivul gratuit“ de a vorbi tot mai bine.

Alegerea între mișcările mâinii presupune mai întâi găsirea unui program de mișcare candidat — probabil o configurație conexională caracteristică a neuronilor corticali — și apoi a mai multor candidați. Se știe



Decizia unei mișcări

Trei candidați diferiți pentru o mișcare a mâinii pot concura pentru spațiu în cortexul premotor prin clonarea structurilor spațiotemporale.
Doar când există un cor suficient de mare într-o singură structură, mișcarea ar putea, în sfârșit, începe.

încă foarte puțin despre modul cum se produce acest lucru în creierul uman, dar un model simplu implică multiple cópii ale fiecărui program de mișcare, fiecare dintre ele concurând pentru spațiu în creier. Programul pentru palmă deschisă ar putea produce mai rapid cópii decât programul pentru gesticularea semnului V sau precizia strângerii unui clește.

Mișcările balistice (numite astfel pentru că, dincolo de un anumit punct, nu mai există posibilitatea de modificare a comenzii) necesită surprinzător de multă planificare, comparativ cu majoritatea mișcărilor. Este, de asemenea, probabil să necesite o mulțime de clone ale programului de mișcare.*

Pentru mișcări bruște ale membrelor durând mai puțin decât circa a opta parte dintr-o secundă, corectările prin conexiune inversă sunt în cea mai mare parte ineficiente, căci timpii de reacție sunt prea lungi. Nervii transmit prea încet, iar deciziile nu sunt suficient de rapide; conexiunea inversă ar putea ajuta planificarea pentru data viitoare, dacă ținta nu fuge până atunci, dar nu este de folos în momentul respectiv. Pentru ultimele 1/8 secunde de strângere, ciocănire, aruncare și lovire, creierul trebuie să planifice fiecare detaliu al mișcării și apoi să dea comanda, mai degrabă așa cum e necesară mai întâi ștanțarea unei partituri pentru un pian automat și apoi rularea ei.

Pentru mișcările balistice avem nevoie de o planificare prealabilă aproape încheiată în timpul „setării“, fără a conta pe conexiunea inversă. Ciocănitul necesită planificarea ordinii exacte a activării mulțimii de mușchi. În cazul aruncatului, problema este și mai dificilă: există o fantă de lansare — o perioadă de

timp când proiectilul poate fi lansat astfel încât să poată lovi ținta.* Lansarea are loc îndată ce viteza scade, în timp ce proiectilul pornește din mâna în frânare. A reuși să faci ca viteza să scadă exact la timpul potrivit, în cel mai potrivit unghi față de orizontală, este marea performanță.

Date fiind problemele fantei de lansare, poți vedea de ce planificarea este atât de dificilă pentru mișcările balistice umane. Fantele de lansare depind de cât de departe e ținta și cât de mare este ea. Haideți să zicem că în opt încercări din zece poți lovi o țintă de mărimea unui iepure de la o depărtare de doi metri — ceea ce implică o fantă de lansare de unsprezece milisecunde. Lovirea aceleiași ținte de la o distanță dublă, cu aceeași siguranță, presupune o fantă de lansare cam de opt ori mai mică, adică de 1,4 milisecunde.* Iar neuronii nu sunt chiar ceasuri atomice atunci când e vorba de sincronizare precisă; există o mare agitație când sunt produse impulsurile, astfel încât oricare neuron ar avea probleme chiar și cu lovirea unui grajd, dacă ar trebui să stabilească singur momentul lansării.

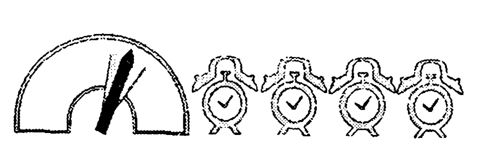
Din fericire, mai mulți neuroni turbulenți sunt mai buni decât mai puțini — atâta timp cât fiecare își face treaba lui și astfel comite propriile-i greșeli. Combinându-i, poți reduce media instabilității. Poți vedea acest principiu în acțiune în inimă, unde face ritmul bătăilor mai regulat. O creștere împătrită a numărului de celule stabilizatoare de ritm servește la reducerea la jumătate a instabilității ritmului cardiac. Pentru reducerea instabilității lansării balistice de opt ori este nevoie de reducerea reacției a șaizeci și patru de ori

mai mulți neuroni turbulenți decât ai nevoie pentru programarea aruncării inițiale. Dacă vrei să lovești aceeași țintă de dimensiunea unui iepure, la de trei ori distanța, cu aceeași siguranță de opt din zece ori, contează pe necesitatea de a recruta o mulțime de ajutoare: vei avea nevoie de 729 de ori mai mulți neuroni decât numărul suficient pentru generarea aruncării tale scurte standard. Este redundanță, dar într-un sens diferit, față de, să zicem, cele trei posibilități pe care le are orice avion mare de a reduce viteza.

Astfel, avem acum o a treia înțelegere a mecanismelor cerebrale relevante pentru secvențe complicate: pe lângă acele memorii de rulare limitate ce încurajează regruparea, observăm că secvențele complicate de activare (precum mișcările balistice) împart, probabil, aceeași stare cerebrală reală cu alte secvențe complicate — și că unele necesită niveluri însutite de redundanță, atunci când precizia sincronizării este importantă.



Legea numerelor mari
(*Principiul corului bisericesc*)



Pentru a reduce la jumătate imprecizia sincronizării sunt necesare de patru ori mai multe ceasuri

E necesar, de asemenea, mult spațiu de planificare când ochești o țintă aflată la o distanță ne-standard — una pentru care nu ai un plan de mișcare stocat (cum ai putea avea pentru trasul cu arcul sau aruncările libere la coș, din jocul de baschet). Pentru lovituri ne-standard trebuie să creezi o mulțime de variante între două programe standard și s-o alegi pe cea mai apropiată de atingerea țintei tale. Improvizația ocupă mult spațiu. Dacă, odată ce ai ales „cea mai bună" variantă, toate celelalte se modifică pentru a i se conforma, atunci poți avea redundanța necesară pentru a te menține în limitele fantei de lansare. Imaginează-ți o sală plină de soliști, toți cântând melodii întrucâtva diferite, convergând apoi către una singură, astfel încât să poată cânta ca un cor. Iar mai apoi, pentru o precizie adevărată, atrăgând o mulțime de ajutoare, întocmai cum dirijorul corului atrage publicul în corul bisericesc.

O înlesnire esențială pentru secvențele structurate poate rezolva o mulțime de probleme. Dar chiar există realmente așa ceva ? Dacă da, am putea observa din când în când o anumită asociere sau un conflict între mișcări asemănătoare.

Charles Darwin a fost unul dintre primii ce au pus în evidență asocierile mână–gură în cartea sa din 1872 despre exprimarea sentimentelor: „Astfel, persoane tăind ceva cu o pereche de foarfeci pot fi văzute mișcându-și fălcile simultan cu lamele foarfecilor. Copiii care învață să scrie, adesea își învârtesc în mod caraghios limba după cum li se mișcă degetele."* Dar despre ce fel de secvențe vorbim ? Mișcările ritmice *per se* sunt omniprezente: mestecatul, respiratul, deplasarea ș.a.m.d. Ele pot fi realizate de simple circuite la

nivelul măduvei spinării. Ca și în cazul simplei reguli a învățării „un lucru urmează pe altul“, nu există nimic distinct la nivel cerebral privitor la ritm sau alte secvențe. Dar toată dificultatea o constituie *noile* secvențe. Dacă există un producător de secvențe comun noilor mișcări mai complicate, unde se află el în creier?

Secvențializarea în sine nu necesită un cortex cerebral. Mare parte din coordonarea mișcării este realizată în creier la nivel subcortical, în zonele cunoscute drept ganglioni bazali și cerebel. Dar mișcările noi tind să depindă de cortexul premotor și prefrontal, din capătul ultimelor două treimi ale lobilor frontali.

Există și alte regiuni ale cortexului cerebral care par să fie implicate în activitățile de aranjare a secvențelor. Porțiunile dorsolaterale ale lobului frontal (dorso = superior, lateral = parte; dacă ai avea o pereche de coarne în frunte, aceste regiuni s-ar afla sub ele) sunt responsabile de reacțiile întârziate. Arată-i unei maimuțe niște hrană — și permite-i să vadă unde o ascunzi —, dar forțeaz-o să aștepte douăzeci de minute înainte să i se permită s-o caute. Maimuțele cu cortexul frontal dorsolateral vătămat nu pot reține acea informație. Poate să nu fie o eroare a memoriei, ci o problemă de formulare a unei intenții de durată sau poate chiar a unei „agende“.

Marele neurolog rus Alexandr Luria descria situația unui pacient aflat la pat cu brațele sub pătură. Când Luria l-a rugat să ridice un braț, el părea să nu poată face acest lucru. Dar când i-a cerut să scoată brațul de sub pătură, a făcut-o fără probleme. Pacientul a putut, de asemenea, să-și miște brațul prin aer în sus și în jos când i-a fost cerut acest lucru. Pentru el era

dificilă planificarea secvenței — rămânând blocat la nivelul depășirii obstacolului păturilor care îl țineau prizonier. Leziunile prefrontale stângi produc pacienților dificultatea de a desfășura o secvență adecvată de acțiuni — sau, poate, în primul rând de a o planifica.[*] Pacienții cu leziuni ale cortexului premotor stâng au probleme cu îmbinarea acțiunilor într-o mișcare fluentă — pe care Luria a numit-o melodie cinetică.

Tumorile sau accidentele vasculare în partea de jos a lobului frontal, chiar deasupra ochilor, afectează de asemenea secvențe de activități, precum mersul la cumpărături.[*] Un pacient celebru, contabil de meserie, avea un IQ ridicat și s-a descurcat destul de bine la un set de teste neuropsihologice. Și totuși el avea mari probleme în organizarea vieții sale: a fost concediat de mai multe ori, a dat faliment, a trecut prin două divorțuri în doi ani, ca urmare a unor căsătorii pripite. Adesea el nu era în stare să ia repede decizii simple — să zicem, ce pastă de dinți să cumpere sau cu ce să se îmbrace. Se bloca făcând comparații și distincții nesfârșite, adesea neluând nici un fel de decizie sau făcând alegerea absolut la întâmplare. Dacă voia să iasă pentru cină, trebuia să ia în considerare așezarea, meniul, atmosfera și conducerea fiecărui restaurant posibil. Putea merge la fiecare în parte pentru a vedea cât este de aglomerat, și nici atunci n-ar fi fost în stare să aleagă între ele.

Sunt două tipuri majore de probe ce atestă că zona laterală a limbajului, aflată deasupra urechii stângi, este în strânsă legătură cu secvențele ce nu țin de limbaj. Neuropsihologul canadian Doreen Kimura și colaboratorii ei au arătat că pacienții cu accidente ce-

rebrale lateral-stânga care au probleme de limbaj (afazie) întâmpină de asemenea mari dificultăți în executarea secvențelor noilor mișcări ale mâinii și brațului, o stare cunoscută sub numele de apraxie.* (O secvență complicată, deși nu nouă, ar fi luarea cheilor din buzunar, găsirea celei potrivite, introducerea ei în broască, răsucirea cheii și apoi împingerea ușii.)

Utilizând stimularea electrică a creierului în timpul operațiilor pe epileptici, neurochirurgul George Ojemann din Seattle și colaboratorii săi au arătat că o mare parte din specializarea lateral-stânga a limbajului este legată de ascultarea secvențelor de sunete.* Aceste regiuni includ partea lobului frontal adiacentă zonei Broca, regiunea superioară a lobului temporal, pe ambele părți ale cortexului auditiv primar, și ceva din lobul parietal în spatele suprafeței acoperite de piele. (Cu alte cuvinte, ele sunt „perisylviene“, adică învecinându-se cu scizura sylviană.) Marea surpriză a fost că exact aceleași zone par implicate serios în producerea secvențelor de mișcări oral-faciale — chiar și a celor nelingvistice, precum imitarea unor expresii faciale.

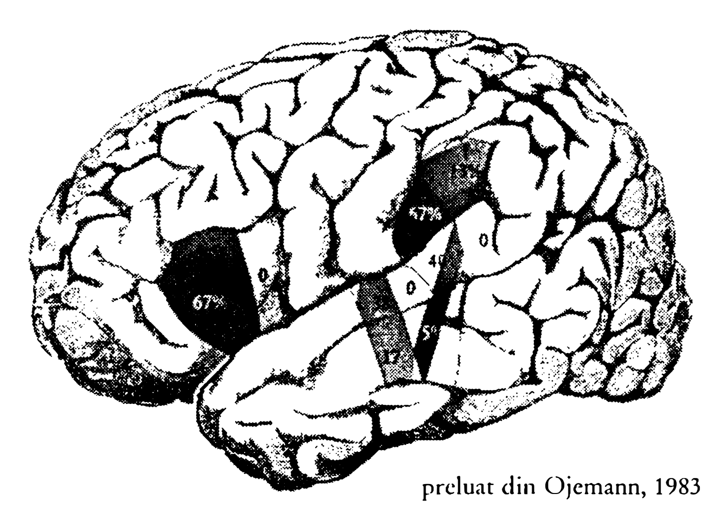
Unul din riscurile numirii lucrurilor în creier este că ne așteptăm ca ceva numit cortexul limbajului să fie consacrat doar limbajului. Dar date ca acelea ale lui Ojemann arată că, în esență, specializarea corticală este mult mai generalizată, privind secvențe noi de diferite tipuri: mâna dar și gura, senzația dar și mișcarea, imitația dar și povestirea.

Nu numai că multe specii pot învăța simboluri abstracte și un limbaj simplu, dar în mod evident unele pot

învăța categorii. Într-adevăr, animalele generalizează adesea în același mod în care un copil trece prin faza în care numește toți bărbații adulți „Tati". Relațiile de tipul *este un/o* sau *este mai mare decât* pot fi învățate. O banană este un fruct, o banană este mai mare decât o castană.

Mai aproape de inteligență se află capacitatea de a construi analogii, metafore, comparații, parabole și modele mentale. Ele implică o *comparare* a relațiilor, ca atunci când facem o analogie imperfectă între *este mai mare decât* și *este mai rapid decât*, deducând că *mai mare înseamnă mai repede.*

Noi, oamenii, putem opera mental într-un domeniu familiar (de exemplu, punând un document într-un dosar sau aruncându-l într-un coș de gunoi) transfe-



preluat din Ojemann, 1983

Coordonarea secvențelor oral-faciale este întreruptă prin stimularea electrică a acelorași două zone care întrerup și percepera fonemelor.

rând această relație asupra unui domeniu mai puțin familiar (salvând sau ștergând fișiere pe calculator, poate prin mutarea simbolurilor pe ecran). Putem face un gest într-un domeniu mental și să-l avem interpretat în altul. Toate aceste proiecții se sfârșesc undeva — și, cum spunea Robert Frost, trebuie să știm până unde putem stăpâni o metaforă și judeca atunci când este sigură.*

Să luăm în considerare corespondența de la un domeniu la altul, pe care o face aici Umberto Eco:

> Realitatea e că lumea este împărțită în utilizatori de computere Macintosh și utilizatori de computere compatibile MS-DOS. Am convingerea fermă că Macintosh este catolic, iar DOS e protestant. Într-adevăr, Macintosh este împotriva reformei și a fost influențat de „ratio studiorum“ a iezuiților. Este voios, prietenos, conciliant, arată cu devotament cum trebuie să se procedeze pas cu pas ca să se atingă — dacă nu împărăția Cerurilor — măcar momentul imprimării documentului. Este catehistic: esența revelației este tratată prin formule simple și simboluri somptuoase. Oricine are dreptul la salvare. DOS este protestant sau chiar calvinist. Permite interpretarea liberă a scripturii, pretinde decizii personale dificile, impune utilizatorului o hermeneutică subtilă și consideră drept inacceptată ideea că nu toți pot atinge salvarea. Pentru a face sistemul să funcționeze trebuie să interpretezi programul tu însuți: o cale lungă de la comunitatea barocă a comentatorilor, iar utilizatorul e prins în singurătatea propriului chin interior.
>
> Ai putea obiecta că, prin trecerea la Windows, universul DOS începe să semene tot mai mult cu toleranța contra-reformistă a Macintosh-ului. E adevărat, Windows reprezintă o schismă de tip anglican, mari ceremonii în catedrală, dar, există întotdeauna posibilitatea unei întoarceri la DOS pentru a schimba lucrurile conform unor decizii excentrice...

> Dar codul mașină, care se află în spatele ambelor sisteme (sau medii, dacă vreți)? Oh! Acesta are de-a face cu Vechiul Testament și este talmudic și cabalistic.*

Cele mai multe corespondențe sunt mai simple, asemeni asocierii obiectelor cu o secvență de foneme (ca în numire). Cu puțin efort, cimpanzeii pot învăța analogii simple, de tipul „A este pentru B precum C este pentru D". Dacă cimpanzeul ar putea aplica asemenea operații mentale la evenimente din viața sa de fiecare zi, în loc să le utilizeze doar în timpul testărilor de laborator, ar fi o antropoidă mai capabilă. Oamenii, evident, continuă proiecția, adăugând stabilității stratificate câteva niveluri în plus.

Siguranța este marea problemă a combinațiilor de probă, a celor ce produc comportamente nemanifestate vreodată înainte. Mai mare nu înseamnă întotdeauna mai repede. Chiar și simplele inversări de ordine pot produce noutăți periculoase, ca în „Uită-te *după* ce sari". În 1943, în cartea sa *The nature of Explanation*, psihologul britanic Kenneth Craik susținea că:

> sistemul nervos este... o mașină de calculat capabilă să modeleze sau să compare evenimente externe... Dacă organismul are în capul său un „model la scară mică" al realității externe și al propriilor acțiuni posibile, atunci este în stare să probeze diferite alternative, să concluzioneze care este cea mai bună dintre ele, să reacționeze la situațiile viitoare înaintea apariției lor, să țină cont de cunoașterea evenimentelor trecute în tratarea viitorului și să reacționeze în toate privințele într-o manieră mult mai deplină, sigură și competentă în fața urgențelor cu care se confruntă.*

Oamenii pot simula cursul acțiunilor viitoare eliminând ceea ce este inutil sau deplasat; după cum spunea

filozoful Karl Popper, aceasta „permite ipotezelor noastre să moară în locul nostru". Creativitatea — într-adevăr punctul culminant al inteligenței și conștiinței — implică jocuri mentale care dau naștere calității.

Ce tip de mașinărie mentală ar fi necesară pentru a face lucruri de tipul celor sugerate de Craik?

Psihologul american William James vorbea despre procese mentale operând în manieră darwinistă în anii 1870, la puțin mai mult de un deceniu după ce Charles Darwin și-a publicat *Originea speciilor.* Ideea eliminărilor succesive a fost dezvoltată de către psihologul scoțian Alexander Bain în 1855, dar James utiliza în plus gândirea evoluționistă.

Nu numai că darwinismul ar putea explica mai bine dezvoltarea creierului în 2 milioane de ani fără mâna călăuzitoare a unui meșter olar, dar un alt proces darwinist, operând în creier, ar putea da o soluție mai inteligentă unei probleme într-un interval de timp cuprins pe scara temporală a gândirii și acțiunii între milisecunde și minute. Răspunsul imunitar al corpului pare să fie, de asemenea, un proces darwinist, prin care anticorpi din ce în ce mai performanți în lupta împotriva moleculelor invadatoare sunt formați de-a lungul câtorva generații în câteva săptămâni.

Procesele darwiniste tind să pornească de la o bază biologică: reproducerea. Întotdeauna se produc copii. O teorie a luării hotărârilor este aceea conform căreia îți faci niște planuri de mișcare — făcând gestul palmei deschise sau semnul V, sau o mișcare precisă de strângere — iar aceste planuri alternative de miș-

care concurează reproductiv unul cu altul până când unul „învinge". Conform acestei teorii, e necesară o masă critică de clone de comandă înainte ca acțiunea să fie în cele din urmă inițiată.

Totuși darwinismul necesită mult mai mult decât simpla reproducere și competiție. Încercând să rezum caracteristicile esențiale ale procesului darwinist din ceea ce știm despre evoluția speciilor și reacția imunitară, am găsit șase proprietăți esențiale pe care trebuie să le posede Mașina Darwin* pentru a putea continua să funcționeze:

- *Implică o structură.* Clasic, acesta este lanțul elementelor ADN-ului numit genă. După cum sublinia Richard Dawkins în *The Selfish Gene*, structura poate fi, de asemenea, una culturală, asemeni unei melodii, motiv pentru care el a inventat, cu folos, termenul *meme* pentru astfel de structuri. Structura poate fi, de asemenea, constituită din structurile activității cerebrale, asociate cu emiterea unui gând.
- *Cópiile sunt făcute cumva* după această structură. Celulele se divid. Oamenii fredonează sau fluieră o arie pe care au auzit-o de mai multe ori. Într-adevăr, ceea ce este copiat pe jumătate sigur reprezintă unitatea de structură (care este *mema*) — de exemplu lanțul ADN-ului genei este copiat pe jumătate în timpul meiozei, pe câtă vreme cromozomii în întregime sau organismele în totalitate nu sunt deloc copiate.
- *Uneori tiparele se modifică.* Mutațiile esențiale datorate razelor cosmice sunt alterările poate cel mai bine cunoscute, dar mult mai comune sunt erorile de copiere și (ca în meioză) calitatea și dispunerea elementelor date.
- *Competițiile de copiere apar* pentru ocuparea spațiului limitat existent. De exemplu, câteva tipuri ale unor exem-

plare de iarbă numite iarbă de Kentucky și iarbă obișnuită concurează pentru grădina mea.

- Succesul relativ al exemplarelor este influențat de un *mediu foarte variat.* Pentru iarbă, factorii care acționează sunt elementele nutritive, apa, lumina soarelui, frecvența tunderii ș.a.m.d. Câteodată spunem că mediul „selectează" ori că există o reproducere sau supraviețuire selectivă. Charles Darwin denumea această tendință *selecție naturală.*
- Generația următoare depinde de exemplarele care supraviețuiesc vârstei reproductive și-și găsesc cu succes parteneri sexuali. Mortalitatea infantilă ridicată face mediul lor mult mai important decât cel al adulților. Aceasta înseamnă că exemplarele supraviețuitoare mizează în propria reproducere pe o bază diferită de cea existentă în momentul conceperii lor (asta e ceea ce Darwin a numit principiul moștenirii). Din această generație următoare se desprind iarăși elementele reușite. Multe exemplare noi vor fi de o calitate mai proastă decât media părinților, dar unele vor putea fi chiar mai bine „adaptate" condițiilor de mediu.*

Din toate acestea rezultă acea surprinzătoare deplasare darwinistă către structuri ce par aproape special proiectate pentru mediul lor înconjurător. (Ei! Chiar am reușit să intru în problema „proiectării inteligente" în această carte; poate că există încă speranță pentru „inteligența militară".)

Nici sexul (care înseamnă amestecarea genelor utilizând două baze de date), nici schimbările climatice nu sunt esențiale pentru procesul darwinist — dar ele îi dau vigoare și viteză, indiferent dacă acționează în milisecunde sau milenii. Un al treilea factor care accelerează procesul darwinist este fragmentarea și izolarea ce urmează: procesul darwinist operează mai rapid pe insule decât pe continente. Căci anumite procese

darwiniste complicate necesită viteză (iar scara timpului pentru gândire și acțiune cu siguranță o cere) ce ar putea face ca procesele de fragmentare să fie esențiale. Un factor de frânare este un plus de stabilitate care necesită un considerabil du-te-vino pentru a scăpa de ea; multe specii stabile sunt prizonierele propriei lor stabilități.

Oamenii confundă mereu părți ale darwinismului, precum „selecția naturală“, cu întregul proces. Dar nici o parte, doar prin ea însăși, nu e suficientă. Fără oricare dintre cele șase elemente esențiale, procesul se va fărâmița în scurt timp până la dispariție.

Oamenii asociază, de asemenea, părțile esențiale darwinismului exclusiv cu biologia. Dar supraviețuirea selectivă, de exemplu, poate fi observată în cazul apelor curgătoare ce târăsc cu ele nisipul și lasă în urmă prundișul. Confundarea unei părți a procesului cu însuși procesul („Darwinismul este supraviețuire selectivă“) este motivul pentru care le-a trebuit un secol oamenilor de știință ca să-și dea seama că structurile gândirii trebuie, de asemenea, să fie copiate în mod repetat — și că pentru a formula o presupunere inteligentă e nevoie de concurență între cópiile gândurilor alternative pe „insule“ în timpul mai multor „schimbări climatice“ mentale.

Căutând mecanisme cerebrale care să permită presupuneri inteligente, am găsit (1) acele casete în casete ale sintaxei ce cuprind șirurile de propoziții; (2) structura argumentului cu toate indiciile sale despre rolurile probabile; (3) acele cuvinte de poziție relativă precum *lângă–în–deasupra*; (4) dimensiunea limita-

tă a memoriei de rulare și a tendințelor de regrupare care decurg din aceasta și (5) înlesnirile esențiale comune pentru secvențe complicate cu un necesar serios de cópii în plus ale structurilor neurale folosite în producerea mișcărilor balistice. Cele șase indicii din procesele darwiniste apar acum ca fiind o întreagă suită de caracteristici: diferite structuri, copierea lor, stabilirea variantelor prin eliminări succesive (majoritatea variantelor provenind din cele mai reușite), concurența și favorizarea competiției între cópii de către mediul înconjurător foarte variat. În plus, mediul multivariat apare ca și cum ar fi parțial reamintit și parțial prezent.

Din fericire, există o anumită suprapunere a considerațiilor darwiniste cu cele asupra mișcărilor balistice : spațiile familiare de lucru darwiniste ar putea utiliza zonele de rulare „gata pregătite“, iar copierea darwinistă ar putea ajuta la producerea clonelor de comandă a mișcării de reducere a instabilității neuronale. Ce alte corespondențe s-ar putea găsi ? Mai ales ce sunt acele tipare de care am putea avea nevoie pentru clonare, pe scara temporală a gândirii și acțiunii ?

Gândurile sunt combinații ale senzațiilor cu amintirile sau, din alt punct de vedere, gândurile sunt mișcări ce nu s-au produs încă (și poate nu se vor produce niciodată). Ele sunt de cele mai multe ori efemere. Ce ne spune asta ?

Creierul produce mișcări cu ajutorul unei descărcări de impulsuri nervoase mergând către mușchi, indiferent dacă e vorba de membre sau de laringe. Fiecare mușchi este activat, la un moment întrucâtva diferit, adesea doar în treacăt; întreaga secvență este sincro-

nizată la fel de grijuliu ca la declanșarea unui foc de artificii. Un plan pentru mișcare este ca o partitură muzicală sau ca partitura specială a unui pian automat. În al doilea caz, planul acoperă 88 de sunete de ieșire și timpii la care fiecare clapă este lovită; într-adevăr, mișcările balistice implică aproape la fel de mulți mușchi câte note are pianul.* Astfel, o mișcare este o structură spațiotemporală asemănătoare refrenului muzical. S-ar putea repeta iar și iar, ca ritmurile locomoției, dar la fel de bine ar putea fi mai degrabă asemenea unui arpegiu declanșat de altă structură temporară.

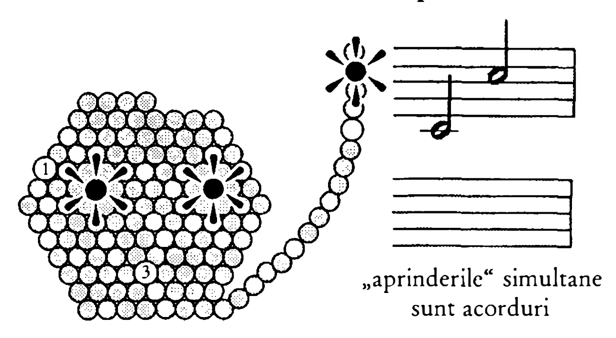
Unele structuri spațiotemporale din creier îndreptățesc probabil numele de *cod cerebral.* Deși neuronii individuali sunt mai sensibili la anumite caracteristici ale unui stimul decât la alții, nici un neuron nu-ți reprezintă de unul singur figura bunicii. Întocmai cum percepția culorii depinde de activitatea de *comparare* a trei traiecte de conuri de pe retină, iar gustul poate fi reprezentat prin activități *corespunzătoare* în circa patru tipuri diferite de receptori ai limbii, tot astfel oricare element al memoriei implică, cel mai probabil, un grup de neuroni. Un singur neuron, ca și oricare clapă a pianului, poate juca diferite roluri în diferite melodii (cel mai adesea, desigur, rolul său este să tacă — din nou, ca o clapă de pian).

Un cod cerebral este, probabil, structura activității spațiotemporale din creier ce reprezintă un obiect, o acțiune, sau o abstracțiune precum o idee — tot așa cum codurile de bare de pe ambalajele produselor sunt menite să reprezinte fără să ne sugereze asemănarea cu ceva anume. Când vedem o banană, numeroși ne-

uroni sunt stimulați de vedere: unii dintre neuroni se întâmplă să se specializeze în culoarea galbenă, alții în liniile scurte și drepte tangente la curba bananei. Evocarea unei amintiri înseamnă pur și simplu reconstituirea unei asemenea structuri de activitate, conform ipotezei asocierii celulelor, înaintată în 1949 de psihologul canadian Donald O. Hebb.*

Deci grupul bananei este asemenea unei melodii, dacă ne imaginăm neuronii implicați ca fiind desfășurați de-a lungul unei scări muzicale. Unii neurofiziologi cred că toți neuronii implicați trebuie să se interconecteze *simultan* ca într-un acord, dar eu cred că un cod cerebral este mai degrabă ca o scurtă melodie muzicală, incluzând acorduri și note individuale; noi, neurofiziologii, pur și simplu interpretăm mai ușor acorduri decât note răzlețe. Ceea ce ne trebuie, de fapt, sunt familiile de noi captatori asociați cuvintelor, dar asta-i deja o altă carte! (*The Cerebral Code.*)

Proiectarea asocierii de celule pe o scară muzicală



Asocierea celulară a neuronilor poate fi proiectată pe o claviatură, dând posibilitatea ascultării structurilor spațiotemporale asemeni unor melodii.

Muzica este efortul pe care îl facem să ne explicăm nouă înșine cum funcționează creierul nostru. Ascultăm fascinați Bach pentru că ascultăm mintea umană.

LEWIN THOMAS,
The Medusa and the Snail, 1979*

Știm că amintirile de lungă durată nu pot fi structuri spațio*temporale*. În primul rând pentru că ele supraviețuiesc chiar și unor căderi majore ale activității electrice din creier, cum sunt accidentele cerebrale sau coma. Dar acum avem o mulțime de exemple de convertire a unei structuri spațiale într-una spațiotemporală: notația muzicală, pianele automate, înregistrările fonografice — chiar gropile de pe un drum mărginit cu apărători așteptând să treacă o mașină și să re-creeze o structură spațiotemporală a izbirii de parapet.

Asta e ceea ce Donald Hebb a numit memoria dublei-urme: o versiune activă de scurtă durată (spațiotemporală) și o versiune de lungă durată exclusiv spațială, asemănătoare cu o partitură muzicală sau cu șanțurile unei înregistrări fonografice.

Unele dintre aceste „trasee cerebrale“ sunt permanente ca șanțurile unei înregistrări fonografice. Accidentele de teren și traseele sunt, în esență, forțele numeroaselor sinapse ce predispun cortexul cerebral la producerea unui repertoriu de structuri spațiotemporale, în mare măsură la fel cum forțele conexiunilor din șira spinării o predispun la producerea structurilor spațiotemporale cunoscute drept mers la pas, trap, galop, alergare ș.a.m.d. Dar amintirile de scurtă durată pot fi ori structuri spațiotemporale active (probabil ceea ce se numește „memorie de lucru“ în literatura

psihologică), ori structuri doar tranzitoriu spațiale — trasee temporare care cumva sunt mai elaborate decât traseele permanente, dar care nu vibrează (ci mai curând dispar în câteva minute). Ele reprezintă pur și simplu forțe sinaptice modificate (ceea ce este numit „înlesnire“ și „potențial de lungă durată“ în literatura neuropsihologică), sunt doar particularitățile lăsate în urmă de o repetiție sau două a structurii spațiotemporale caracteristice.*

Traseele și particularitățile lor cu adevărat persistente sunt unice pentru indivizi, chiar și la gemenii identici, după cum explică psihologul american Israel Rosenfield:

> Istoricii rescriu istoria în mod constant reinterpretând (reorganizând) înregistrările trecutului. Tot astfel, când răspunsurile coerente ale creierului devin parte a memoriei, ele sunt încă o dată organizate ca parte a structurii conștiinței. Ceea ce le face să fie amintiri este faptul că ele devin parte a acelei structuri și astfel formează o parte a cunoașterii de sine; cunoașterea mea de sine derivă din certitudinea că experiențele mele se referă în urmă la mine, individul care le are. Deci cunoașterea trecutului, a istoriei, a memoriei este, în parte, o creație a sinelui.*

Copierea va fi necesară pe lungi distanțe în creier. Ca un fax, creierul trebuie să copieze o structură la distanță, poate tocmai în cealaltă parte a sa. Structura nu poate fi transportată fizic, ca o scrisoare, astfel încât telecopierea devine importantă când cortexul vizual vrea să comunice zonei de limbaj că a fost văzut un măr. Necesitatea copierii arată că structura pe care o căutăm este memoria de lucru, acea structură acti-

vă spațio*temporală*; cum altfel ar putea „traseele“ să se copieze pe sine la distanță?*

Modelul darwinist al minții și analiza activității de aruncare pe care am făcut-o sugerează că multe clone ar putea fi necesare local, nu doar câteva în locuri îndepărtate. Mai mult, într-un proces darwinist, o amintire activată trebuie să concureze cumva cu alte structuri spațiotemporale pentru ocuparea unui spațiu de lucru. Și încă o problemă trebuie rezolvată: Ce decide care dintre „melodii“ e mai bună decât celelalte?

Să presupunem că o structură spațiotemporală, produsă într-o zonă redusă ca întindere cu ajutorul unor „trasee“ adecvate, reușește să inducă aceeași „melodie“ în altă zonă corticală căreia îi lipsesc acele „trasee“. Dar ea poate fi totuși executată acolo, datorită procesului activ de copiere din vecinătate, chiar dacă nu independent de niște structuri coordonatoare. Dacă o zonă învecinată are trasee ce sunt „suficient de apropiate“, „melodia“ ar putea fi prinsă mai bine și ar sfârși mai puțin rapid decât vreo altă „melodie“ solicitată. Astfel rezonarea cu o memorie pasivă ar putea fi aspectul mediului multivariat care favorizează concurența.

În acest mod, traseele permanente favorizează concurența. Dar la fel fac și cele ce sfârșesc repede, realizate de structurile spațiotemporale de activitate în același petic de cortex cu câteva minute mai devreme. La fel fac, de asemenea, stimulii activi curenți ai regiunii, proveniți din altă parte — cei care sunt (ca majoritatea stimulilor sinaptici) prea slabi pentru a provoca ei singuri o „melodie“ sau a crea trasee. Probabil însă că cel mai important este mediul secrețiilor din cele

patru mari sisteme de secreție difuză, asociate cu serotonina, norepinefrina, dopamina și neuromediatorii de acetilcolină.* Alte predispoziții emoționale provin, cu siguranță, din proiecțiile neocorticale ale unor zone cerebrale subcorticale precum nucleul amigdalian. Stimulii talamici și ai girusului cinguli pot favoriza competiții în altă parte — prin distragerea atenției de la mediul extern la cel memorat. Astfel mediul curent din timpul real, amintirile trecutului apropiat și îndepărtat, starea emoțională și atenția, toate schimbă posibilitățile de rezonanță, toate favorizează, probabil, concurența ce conduce la formarea unui gând. Și totuși o pot face fără ca ele însele să formeze clone care să concureze pentru teritoriul cortical. Imaginea ce rezultă din asemenea considerații teoretice este aceea a unei „peticeli", unele dintre petice extinzându-se pe socoteala vecinilor când un cod produce cópii mult mai reușite decât altul. Când încerci să decizi dacă să iei un măr sau o banană din coșul cu fructe (susține teoria mea), codul cerebral pentru măr poate fi într-o concurență de clonare cu cel pentru banană. Când un cod are suficiente cópii active pentru a declanșa circuitele acțiunii, ai putea opta pentru măr.

Dar nu e necesară dispariția codurilor pentru banană; ele pot persista asemeni gândurilor subconștiente, suferind modificări. Când încerci fără succes să-ți amintești numele cuiva, codurile candidate ar putea continua să se multiplice în următoarea jumătate de oră, până când, brusc, numele pare să-ți „vină în minte", pentru că variantele temei spațiotemporale ating, în cele din urmă, o rezonanță suficient de bună pentru a genera o masă critică de cóopii identi-

ce. Gândirea noastră conștientă poate fi doar actualmente structura dominantă în competiția multiplicării, cu multe alte variante concurând pentru dominație, dintre care una va învinge un moment mai târziu, când gândurile par să-și schimbe obiectul. Se poate ca procesele darwiniste să fie doar glazura de pe prăjitura cognitivă; se poate ca mult să fie rutină sau ascultare inflexibilă a legii. Dar adesea tratăm situații noi într-o manieră creativă, ca atunci când hotărăști ce să pregătești pentru cina din seara asta. Treci în revistă ce există în frigider și în dulapurile din bucătărie. Te gândești la câteva alternative având în vedere ce altceva s-ar putea să mai trebuiască să aduci de la magazin. Toate acestea îți pot fulgera prin minte în decurs de secunde — și acesta este probabil un proces darwinist în desfășurare, cum este încercarea de a ghici ce ar putea aduce ziua de mâine.

Noi construim modelele mentale ce reprezintă aspecte semnificative ale lumii noastre fizice și sociale, și manipulăm elemente ale acelor modele când gândim, planificăm și încercăm să explicăm evenimente din acea lume. Capacitatea de a construi și manipula modele valide ale realității înzestrează oamenii cu un avantaj adaptativ evident; trebuie considerată drept una dintre realizările fulminante ale intelectului uman.

GORDON H. BOWER și DANIEL G. MORROW, 1990*

Contradicțiile de reprezentare sunt dureroase dintr-o mulțime de motive. La un nivel foarte practic, este dureros să ai un model al realității care este în contradicție cu cele ale oamenilor din jurul tău. Oamenii din jur te fac să-ți dai repede seama de asta. Dar de ce această contradicție ar trebui să-i îngrijoreze pe oameni, dacă un model

e doar un model, cea mai bună presupunere a realității pe care o face fiecare dintre noi? Pentru că nimeni nu gândește așa. Dacă modelul este singura realitate pe care o poți cunoaște, atunci acel model este realitatea, și dacă există o singură realitate, atunci cel ce are un model diferit cu siguranță greșește.

DEREK BICKERTON, 1990*

7
Dezvoltarea unui act inteligent pornind de la origini modeste

Schematismul intelectului nostru cu privire la fenomene... este o artă ascunsă în adâncimile sufletului omenesc, al cărui mecanism cu greu îl vom putea smulge vreodată naturii și să-i dezvăluim secretul.

IMMANUEL KANT,
Critica rațiunii pure, 1787*

„Cred", zise Dodo, „că cel mai bun mod de a-l explica este să-l facem."

LEWIS CARROLL,
Alice în Țara minunilor, 1865*

Chiar este necesar acest capitol? Nu chiar — în sensul că mulți oameni pot sări la ultimul capitol fără să-și de-a seama că lipsește ceva.

Totul depinde de cât de satisfăcut ești cu schemele de organizare. Unii oameni nu vor să știe mai mult. „Treci peste detalii" spun ei, „rezumă-te la esențial". Acest capitol nu cuprinde însă detaliile omise din ultimul capitol, ci este scris dintr-o perspectivă diferită, fiind axat pe concret, mai degrabă decât dedus din principii.

Din nefericire, principiile se aseamănă mai curând cu schemele de organizare — o convenabilă ficțiune

sumară. În organizările reale există un flux de informații și luare de decizii care nu poate fi prins în chenare și etichete. Schemele nu dau seama de *oameni* și de felul în care își vorbesc unii altora, nu descriu „memoria instituțională". Ele nu descriu felul în care specialiștii pot fi, totodată, generaliști, și nici modul cum deciziile luate la un nivel pot interacționa cu cele luate la altul. Orice descriere schematică a creierului va împărtăși neajunsurile schițelor de organizare.*

Până acum, descrierea inteligenței întreprinsă aici n-a spus prea multe despre *neuroni* — celulele nervoase ale creierului — și nici despre modul cum comunică unii cu alții, cum își reamintesc evenimente trecute, cum iau decizii în mod colectiv, la scară locală sau regională. Toate acestea nu se cunosc încă, dar cu siguranță este posibilă schițarea unei descrieri plauzibile a competițiilor de copiere dintre codurile cerebrale.

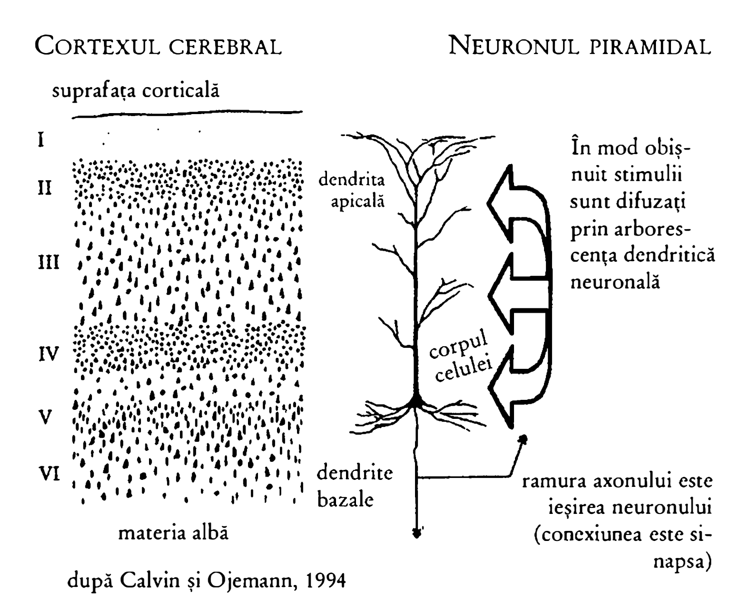
Ori de câte ori abordezi științific un subiect, o bună regulă generală este să dai întotdeauna un exemplu concret — chiar dacă este doar un mecanism posibil și nu unul stabilit cu certitudine.

Asta e ceea ce oferă capitolul de față: un exemplu al modului cum ar putea funcționa cortexul nostru cerebral ca o Mașină Darwin, creând, în cursul procesului, acel centru permanent mobil al conștiinței, și chiar și acele gânduri subconștiente care mult prea adesea apar în prim-plan, fără de veste. Aici se arată cum am putea noi dobândi capacitatea suplimentară de a simula acțiunile noastre viitoare din lumea reală — esențială pentru inteligența de tip „presupunere corectă".

Incapacitatea de a imagina un mecanism care să poată crea o minte stă la baza multora dintre argumentele

celor ce nu cred că inteligența și conștiința pot fi cunoscute și fundamentează obiecții împotriva ideii de minte a computerului. Acest capitol descrie elementele din care îmi imaginez că poate fi construită o mașină gânditoare. Poate necesita un efort ceva mai mare de parcurgere — dar acest capitol îți oferă șansa de a vedea un exemplu mecanicist corect al modului de desfășurare a vieții noastre mentale, atât conștiente cât și subconștiente, atât în manifestările ei noi cât și în cele de rutină.

Materia cenușie nu este cu adevărat cenușie decât într-un creier mort; într-un creier viu, are un bogat aport de sânge. Imaginează-ți culoarea cenușiu-roșiatic-închis a râurilor după furtună, și vei avea nuanța corectă pentru dinamica „materie cenușie".



după Calvin și Ojemann, 1994

Pe de altă parte, materia albă din creier este chiar albă, cu o tentă de porțelan, datorită grăsimii ce izolează partea lungă, fibroasă a neuronului. Această parte, numită „axon“, este analogă unui fir și poartă semnalul de ieșire al neuronului către destinații apropiate sau îndepărtate. „Mielină“ este numele grăsimii izolatoare. Materia albă este pur și simplu un ghem de fire mergând în toate direcțiile, foarte asemănător cu ceea ce ai putea vedea în subsolul clădirii unei centrale telefonice. Cea mai mare parte a creierului o constituie aceste fire izolate ce conectează părțile care duc greul activității cerebrale și care sunt mult mai mici.

La un capăt al axonului se află corpul neuronului, partea globulară a celulei conținând nucleul, cu structurile ADN ce coordonează întreținerea și operațiile de zi cu zi ale celulei. Din corpul celulei ies o mulțime de ramuri arborescente numite dendrite. Pentru că dendritelor și corpurilor celulare le lipsește izolația albă, în grupuri mari ele par „gri“. Capătul îndepărtat al axonului neuronului pare să atingă dendrita neuronului de mai jos — deși, dacă privești cu atenție printr-un microscop elecronic, vei vedea un mic spațiu între cele două celule numit sinapsă. În această „țară a nimănui“, neuronul aflat mai sus eliberează un mic neurotransmițător care străbate acel spațiu și deschide anumite canale în membrana neuronului aflat mai jos. (Deși există în plus niște neurotransmițători ce fac drumul invers, de obicei o sinapsă este „cu sens unic“, astfel că putem să vorbim de neuronul „de sus“ și „de jos“.)

În general, un singur neuron arată ca un tufiș sau ca rădăcina unei ierbi, precum ghimbirul. Este unita-

tea tipică de calcul, rezumând influențele câtorva mii de stimuli — cei mai mulți dintre ei de excitație, iar câțiva de inhibiție, asemeni depunerilor și cecurilor bancare — și vorbind cu un singur glas câtorva mii de ascultători conectați.

Mesajul trimis din acest adevărat „verificator de conturi" depinde de cele mai multe ori de „soldul" său și de cât de repede crește acesta. Nici un mesaj nu e trimis dacă soldul nu depășește un anumit prag. Mari depuneri generează mari mesaje, ca plata dobânzii cu prime. Dar întocmai cum clapele pianului nu produc nici un sunet dacă nu sunt lovite suficient de tare, neuronii corticali sunt de obicei tăcuți dacă stimulul nu are o intensitate suficientă — iar apoi reacția lor este proporțională cu cât de puternic sunt stimulați de acel „sold". (Modelele binare suprasimplificate tratează adesea neuronul mai degrabă ca pe o clapă de clavecin, cu un prag dar fără o gradare a volumului pentru lovituri mai puternice.)

Deși mesajul de la neuronii mici poate fi mai simplu, neuronii cu axoni mai lungi de 0,5 mm utilizează întotdeauna un amplificator de semnal: *impulsul*, o rapidă oscilație a voltajului, de valoare standard (ca intensitatea sunetului produs de acea clapă de clavecin). Amplificat și trecut printr-un difuzor, impulsul sună ca un clic (iar noi vorbim despre „aprinderea" neuronului.) Pentru a ajunge în jurul limitei standard a voltajului, de obicei, impulsurile se repetă cu o frecvență proporțională cu „soldul", în același fel în care câteva repetări rapide ale unei note de clavecin pot imita o notă de pian puternic lovită. Câteodată — în

special în cortexul cerebral — doar câțiva din miile de stimuli pot declanșa un impuls.*

Materia cenușie cu adevărat interesantă este aceea a cortexului cerebral, căci aici este locul unde se crede că se fac majoritatea noilor asociații — unde vederea unui pieptene, să zicem, se potrivește cu simțirea unui pieptene în mână. Codurile cerebrale pentru vedere și atingere sunt diferite, dar ele devin cumva asociate în cortex împreună cu cele pentru auzul sunetului [pieptene] sau cu cele pentru auzul sunetelor caracteristice pe care le fac dinții unui pieptene când sunt ciupiți. Poți, la urma urmei, să identifici un pieptene în oricare dintre aceste moduri. Se bănuiește că există locuri specializate în cortex, numite „zone de convergență pentru amintirile asociative", unde se întâlnesc aceste modalități diferite de identificare.*

În ceea ce privește producerea de coduri, legăm coduri cerebrale pentru pronunțarea lui „pieptene" și pentru generarea mișcărilor de trecere a acestuia prin păr. Astfel, între varianta senzorială a cuvântului „pieptene" și numeroasele manifestări ale mișcării, ne așteptăm să găsim o mulțime de coduri corticale asociate cu piepteni.

Zonele corticale care fac pentru noi toată această asociere sunt ca un strat subțire de „glazură" peste „prăjitura" de materie albă. Cortexul cerebral are doar 2 mm grosime, deși este adânc ridat. *Neocortexul* (care este întreg cortexul cerebral, cu excepția hipocampului și a câtorva zone olfactive) are o densitate surprinzător de uniformă (cu excepția unui singur strat al cortexului vizual primar). Dacă ai împărți suprafața corticală printr-o grilă, fiecare milimetru pătrat ar

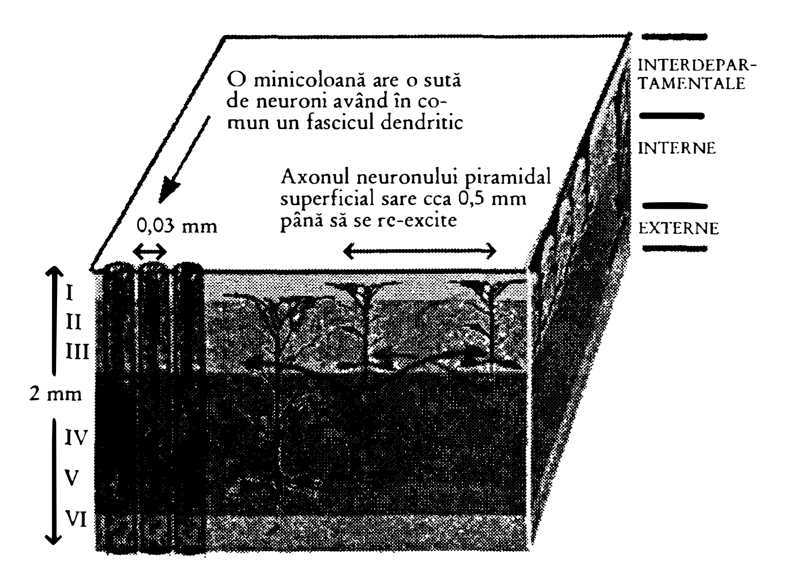
avea în jur de 148 000 de neuroni — indiferent dacă e vorba de cortexul limbajului sau de cortexul motor. Dar o privire din profil asupra straturilor din cei 2 mm grosime dezvăluie unele diferențe regionale.

„Glazura" acestei „prăjituri" este cea care conține straturile, nu „prăjitura" însăși. O analogie culinară mai bună ar putea fi însă foaia unei plăcinte alcătuite din straturi de foetaj. Straturile cele mai adânci sunt ca un oficiu poștal pentru externe, firele lor ajungând de cele mai multe ori în afara cortexului, având ca destinație structuri subcorticale îndepărtate, precum talamusul sau măduva spinării. Stratul mijlociu este ca un oficiu poștal al internelor, cu firele sosind din talamus și alte asemenea locuri. Straturile de suprafață sunt ca un oficiu interdepartamental; ele fac legăturile „cortico-corticale" cu straturile superficiale ale altor regiuni, atât adiacente cât și îndepărtate. Axonii lor sunt cei ce trec prin corpul calos în cealaltă parte a creierului — dar cea mai mare parte din poșta interdepartamentală este distribuită local, în câțiva milimetri. Asemenea ramuri ale axonilor mai degrabă traversează materia albă decât o înconjoară, cum fac mai lungile ramuri ale „fibrei U".

Unele regiuni au „internele" mari și „externele" mici, întocmai ca și cutiile poștale de pe biroul departamentului editorial ce se ocupă cu scrisorile către editor. Mai mult, peste această strâmtă organizare orizontală este suprapusă o mulțime fascinantă de configurații verticale, asemănătoare coloanelor de ziar.

Dacă desfacem rețeaua neuronilor individuali din cortexul cerebral, descoperim că neuronii cu preocu-

pări asemănătoare tind să fie dispuși vertical, formând cilindri cunoscuți drept coloane corticale care întretaie cele mai multe dintre straturi. Sunt aproape ca niște „bisericuțe“ ce se auto-organizează spontan la o petrecere, în care tind să se adune oameni cu preocupări apropiate. Noi, desigur, am dat nume acestor „bisericuțe“ corticale. Unele dintre nume reflectă mărimea lor, altele ceea ce par a fi caracteristicile lor specifice (în măsura în care le cunoaștem).



Cilindrii subțiri sau *minicoloanele* au doar în jur de 0,03 mm în diametru (cam cât un fir de păr fòarte subțire, mai apropiat de grosimea firișoarelor unei pânze de păianjen). Cele mai bine cunoscute exemple sunt coloanele de orientare ale cortexului vizual, ai căror neuroni par să asemene obiectele vizuale cu o linie sau o margine înclinată într-un anumit unghi. Neuronii dintr-o minicoloană vor reacționa cel mai bine la margini înclinate la 35°, cei din alta vor reacționa la fel față de cele orizontale sau verticale ș.a.m.d.

Uitându-te printr-un microscop poți vedea (desigur, pentru acest lucru îți trebuie ceva exercițiu, chiar și după un secol de progres în tehnica neuro-anatomică) un grup de neuroni înmănuncheați ca frunzele de țelină. Există o înaltă „dendrită culminantă“ care se întinde de la corpul celulei (care are adesea formă triunghiulară, de unde și numele de „neuronul piramidal“) către suprafața corticală. Aceste „dendrite culminante“ ale neuronilor piramidali sunt cele ce se înmănunchează având 0,03 mm între fasciculele adiacente. Există circa 100 de neuroni în minicoloana organizată în jurul unuia dintre aceste fascicule, deși fasciculul, la orice nivel, ar putea avea doar câteva zeci de dendrite culminante. Înmănuncherea este obișnuită în afara cortexului vizual, astfel că e foarte probabil ca minicoloanele să fie un element comun al organizării corticale, prin chiar anatomia cortexului — dar în altă parte nu știm de ce anume „se ocupă“ neuronii unei minicoloane.*

Alte „grupuri de interese“ tind să fie mult mai largi și să cuprindă mai mult de 100 de milicoloane; aceste așa-numite *macrocoloane* au cam 0,4–1,0 mm

transversal (cât un vârf subțire de creion) și câteodată arată mai degrabă ca niște falduri de perdea alungite decât ca niște cilindri propriu-ziși. Asemenea macrocoloane par să rezulte din organizarea stimulilor — de exemplu, în cortexul vizual axonii purtând informația de la ochiul stâng tind să alterneze la fiecare 0,4 mm cu cei retransmiși de la ochiul drept. Stimulii din alte părți ale cortexului însuși tind să facă același lucru; de exemplu, în zona corticală aflată chiar în fața corpului calos poți observa stimulii din cortexul prefrontal formând o macrocoloană flancată pe ambele părți de macrocoloane alcătuite din înmănuncheri de stimuli din lobul parietal.

Neuronii corticali răspunzători pentru culoare tind să se înmănuncheze (deși nu exclusiv) în „picături". Spre deosebire de macrocoloane, picăturile nu se întind prin toate straturile cortexului, ci se găsesc doar în straturile de suprafață — sus, lângă poșta interdepartamentală. Nici ele (picăturile) nu sunt exclusiv alcătuite din specialiști în culoare: poate doar 30% dintre neuronii dintr-o picătură sunt sensibili la culoare. Distanțele dintre picături sunt asemănătoare (dacă nu identice) cu cele dintre macrocoloane.

Următorul nivel de organizare? Pe baza modificării grosimii stratului, sunt 52 „zone Brodmann" în fiecare emisferă umană. La granița dintre zone, vei observa că se modifică grosimea relativă a acelor strâmte oficii interdepartamentale–interne–externe, ca și cum numărul relativ de scrisori primite, expediate și interdepartamentale ar fi diferit pentru „birourile" învecinate.

Zona 17 este mai bine cunoscută drept cortexul vizual primar, dar, în general, este prematur să etichetăm funcțional aceste zone în maniera departamentelor de pe o schemă de organizare (zona 19, de exemplu, are mai multe subdiviziuni funcționale). O zonă Brodmann ajunge în medie la 21 cm^2 întindere neridată. Dacă presupunem că densitatea coloanelor din cortexul vizual e aceeași peste tot, atunci aceasta reprezintă 10 000 de macrocoloane și un milion de minicoloane în zona corticală medie.

Acel factor 100 se repetă frecvent: 100 de neuroni într-o minicoloană, aproximativ 100 de minicoloane într-o macrocoloană, de 100 de ori o sută macrocoloane într-o zonă corticală (ceea ce mă face să mă întreb dacă nu ne lipsește o formă de organizare intermediară, o „super-coloană" sau „mini-zonă" la nivelul a 100 de macrocoloane) și sunt puțin peste 100 de zone Brodmann dacă le însumezi pe cele din ambele emisfere.

Putem extinde mai departe acest coeficient o sută? Dacă ne situăm pe scara organizărilor sociale: ce înseamnă 100 de creiere? Aceasta indică anumite corpuri legislative precum Senatul S.U.A. Iar Organizația Națiunilor Unite este reprezentantul a mai mult de 100 de corpuri legislative.

Elementele permanente ale organizării cerebrale, precum zonele corticale sau minicoloanele, sunt interesant de cunoscut. Dar avem nevoie, de asemenea, să înțelegem acele spații temporare de lucru ale creierului — ceva mai apropiate de zonele de rulare și de

tampon — care sunt probabil suprapuse unor forme mai curând permanente de organizare anatomică.

Pentru a crea ceva nou, vom avea într-adevăr nevoie de unele tipuri empirice de organizare, ca acele celule hexagonale ce se formează în terciul de ovăz când uiți să-l amesteci — forme care sunt utilizate temporar iar apoi dispar. Uneori aceste forme de organizare sunt readuse la viață dacă anumite aspecte ale lor au format anterior suficiente „trasee“ în peisajul forțelor sinaptice — caz în care organizarea empirică devine o nouă amintire sau un nou obicei.

În special avem nevoie să cunoaștem *codurile cerebrale* — acele structuri ce reprezintă fiecare dintre cuvintele vocabularului nostru ș.a.m.d. — și ceea ce le generează. La prima vedere se pare că avem de-a face cu o structură cvadridimensională — neuronii activi împrăștiați prin cortexul tridimensional, funcționând în timp. Dar, în mare măsură pentru că minicoloanele par să organizeze toate straturile corticale în jurul preocupărilor comune, mulți oameni care studiază cortexul le privesc ca pe niște foi bidimensionale, asemănătoare mai degrabă retinei (într-adevăr, retina are o grosime de 0,3 mm și e subdivizată în câteva straturi, dar în mod clar proiecția este pentru o imagine bidimensională).

Astfel, putem încerca să considerăm cortexul ca având două dimensiuni plus timp (ceea ce este, bineînțeles, modul în care înțelegem imaginile unui ecran de cinema sau ale unui terminal de computer) — poate cu pojghițe transparente când diferite straturi corticale fac lucruri diferite. Imaginează-ți cortexul uman întins pe patru coli de hârtie ca foaia unei plă-

cinte, cu mici petice licărind ca pixelii unui panou de afișaj. Ce structuri vom observa când cortexul vede un pieptene ? Dar când e auzit sau spus cuvântul „pieptene“ ? Dar când cortexul comandă unei mâini să pieptene părul ?

Reamintirea poate consta în crearea unei secvențe spațiotemporale de aprindere neuronală — probabil o secvență similară celei de aprindere din momentul stimulării memoriei, dar eliberată de câteva dintre elementele neesențiale care au contribuit la ea. Structura spațiotemporală de reamintire ar fi asemănătoare panoului de afișaj al unui stadion, cu o mulțime de becuлețe clipind, ce formează o structură completă. O versiune ceva mai generală a unei asemenea asocieri celulare hebbiene ar evita fixarea structurii spațiotemporale pe anumite celule, ușurând modalitatea de schimbare a afișajului panoului. Structura continuă să însemne același lucru, chiar când este realizată de becuлețe diferite.*

Deși înclinăm să ne concentrăm asupra becuлețelor ce se aprind, remarcați că luminile care rămân stinse contribuie de asemenea la structură: dacă ele, întâmplător, s-ar aprinde — în urma unei crize, de exemplu — ele ar încețoșa structura. Ceva asemănător acestei încețoșări pare să se întâmple în cazul comoțiilor: adesea, în timp ce i se acordă îngrijiri pe marginea terenului, un jucător de rugby accidentat, îți poate spune în ce meci juca, dar zece minute mai târziu nu-și poate aminti ce i s-a întâmplat. Încet, încet, lovitura determină o mulțime de neuroni să se „aprindă“, structurile devenind neclare asemeni unei cețe luminoase — ceea ce montaniarzii numesc „pete

albe". Nu uitați că uneori „pata neagră" (amnezia) se datorează „petei albe".

Care este cea mai simplă structură ce reprezintă ceva? Un indiciu important mi se pare faptul că, din multe motive, *copierea* este necesară.

Înainte de apariția ADN-ului, geneticienii și biologii moleculari căutau o structură moleculară care să poată fi copiată cu o marjă mare de siguranță în timpul diviziunii celulare. Unul din motivele pentru care structura dublei spirale a fost atât de satisfăcătoare când a fost descoperită în 1953 de către Crick și Watson (și scriu asta aflându-mă temporar la Universitatea Cambridge, chiar vizavi de clădirea unde au lucrat) a fost acela că ea furniza un mod de a obține o copie prin perechile complementare de elemente ale ADN-ului (C este înlănțuită cu G, A face pereche cu T). Desfaceți dubla spirală în două jumătăți separate și fiecare element al unei jumătăți de ADN va face rapid pereche cu altul de tipul opus, din masa plutind liber în supa de nucleotide. Astfel apar două duble spirale identice, acolo unde înainte exista doar una. Acest principiu de copiere a înlesnit înțelegerea codului genetic (a modului cum „reprezentau" acei tripleți ADN lanțul amino-acid care se înfășoară într-o proteină), câțiva ani mai târziu. Există oare un mecanism similar de copiere pentru structurile activității cerebrale? Ne-ar putea ajuta el să identificăm cele mai relevante asocieri hebbiene de celule? Pe acesta l-am putea numi cod cerebral în adevăratul sens al cuvântului, căci este modul cel mai elementar de re-

prezentare a ceva (o conotație particulară a unui cuvânt, un obiect imaginat etc.).

Copierea n-a fost observată încă în creier — în prezent nu avem încă instrumente cu o rezoluție spațială și temporală suficientă, deși suntem pe aproape. Dar există trei motive pentru care cred că e un pariu sigur.

- Cel mai puternic argument pentru existența copierii este procesul darwinist însuși, care este implicit o competiție de copiere favorizată de mediul multivariat. Este o metodă atât de elementară de transformare a ceea ce e întâmplător în ceva structurat încât ar fi surprinzător să nu fie exploatată de creier!
- Copierea este, de asemenea, necesară mișcărilor balistice de precizie precum aruncatul — acele zeci până la sute de clone ale structurilor comenzii de mișcare necesare pentru a atinge fanta de lansare.
- Apoi există acel argument al necesității faxului (*faux fax*) din ultimul capitol: comunicarea în creier necesită telecopierea structurilor.

Din 1991, candidatul meu preferat pentru un circuit neural local care să poată face cópii ale structurilor spațiotemporale a fost circuicitatea întărită reciproc a straturilor interdepartamentale. Conexiunea acelor straturi de suprafață ale cortexului cerebral este, într-un singur cuvânt, extraordinară. Într-adevăr, pentru un neurofiziolog e chiar alarmant. Mă uit la acele circuite și mă întreb cum controlează ele o activitate atât de impetuoasă, de ce crizele și halucinațiile nu sunt evenimente frecvente. Dar aceleași circuite au anumite tendințe de cristalizare care ar trebui să contribuie în special la clonarea structurilor spațiotemporale.

Dintre sutele de neuroni dintr-o minicoloană, în jur de 39 sunt neuroni piramidali de suprafață (corpurile lor celulare aflându-se deci în straturile de suprafață II și III). Circuicitatea lor este cea extraordinară.

Ca toți ceilalți neuroni piramidali, ei secretă un neurotransmițător de excitație, de obicei glutamat. Glutamatul *per se* nu are nimic extraordinar; este un aminoacid utilizat de obicei mai degrabă ca element constitutiv al peptidelor și proteinelor. Răspândindu-se de-a lungul sinapsei, glutamatul deschide câteva canale de ioni prin membrana dendritei celulei următoare. Primul canal e specializat în a lăsa să treacă ionii de sodiu; aceștia, în schimb, cresc voltajul intern al neuronului din aval.

Un al doilea canal din aval activat de glutamat este cunoscut drept canalul NMDA (N–metil–D–aspargat) și permite accesul ionilor de calciu în neuronul din aval împreună cu ceva mai mult sodiu.* Canalele NMDA sunt în mod special interesante pentru neurofiziologi pentru că ele contribuie la așa-numitul potențial de lungă durată (PLD), o modificare a forței sinaptice ce durează câteva minute în neocortex.* (Minutele, de fapt, sunt apropiate de termenul neurofiziologic „de scurtă durată“, dar PLD durează uneori zile în hipocamp — care este o versiune mai veche și mai simplă a cortexului — de unde și numele „de lungă durată“.)

PLD apare acolo unde există o sincronizare aproape perfectă (într-un interval temporal de la zeci la sute de milisecunde) a unor stimuli spre neuronul din aval; pur și simplu dă peste cap controlul intensității acelor stimuli pentru câteva minute. Acestea

sunt traseele și particularitățile de drum care, temporar, fac mai ușoară re-crearea unei structuri spațiotemporale. PLD este candidatul nostru cel mai bun pentru o amintire de scurtă durată ce poate supraviețui distragerii atenției. Se crede că el contribuie, de asemenea, la eșafodarea modificărilor structurale sinaptice cu adevărat de lungă durată — trasee și particularități de drum permanente ce ajută la re-crearea structurilor spațiotemporale neutilizate multă vreme.*

În straturile interdepartamentale sunt localizate cele mai multe dintre canalele NMDA, și acolo apar cele mai multe PLD neocorticale. Aceste straturi de suprafață mai au încă două caracteristici specifice, ambele având de-a face cu legăturile dintre neuronii lor piramidali. În medie, un neuron cortical vine în contact cu mai puțin de zece procente din toți neuronii de pe o rază de 0,3 mm. Dar aproximativ șaptezeci de procente dintre sinapsele de excitație ale oricărui neuron piramidal dintr-un strat de suprafață sunt produse de neuroni piramidali de la mai puțin de 0,3 mm depărtare, astfel încât se poate spune că acești neuroni au o înclinație neobișnuit de puternică de a se excita unii pe alții. Pentru un neurofiziolog acest lucru declanșează tot felul de semnale de alarmă: este o bază perfectă pentru instabilitate și oscilații violente, dacă nu este reglat cu grijă.

Mai există, de asemenea, o structură caracteristică acestor conexiuni „excitatorii recurente“, neîntâlnită în straturile corticale mai adânci. Axonul unui neuron piramidal de suprafață traversează în ambele sensuri o distanță caracteristică fără să facă nici o sinapsă cu alți neuroni pentru ca apoi să producă un

strâns mănunchi terminal. Ca un tren rapid, „sare" peste opririle intermediare. În cortexul vizual primar, distanța de la corpul celular la centrul mănunchiului terminal este în jur de 0,43 mm; într-o zonă vizuală secundară, următoarea oprire este la 0,65 mm distanță; în fâșia senzorială este la 0,73 mm; iar în cortexul motor al maimuțelor, este la 0,85 mm. Dați-mi voie, pentru simplificare, să consider pentru această lungime a saltului valoarea generică de 0,5 mm. Axonul poate atunci să continue pe o distanță identică creând un alt mănunchi terminal, drumul acestei „linii exprese" putând continua câțiva milimetri.*

Această lungime a saltului joacă un rol special în analele neuroanatomiei corticale. Funcția sa este necunoscută, dar cu siguranță te face să te gândești că acele regiuni de 0,5 mm ar putea face același lucru din când în când — că ar putea exista structuri de activitate care se repetă, la fel cum se repetă structurile din modelul unui tapet, de exemplu.

Poate ați observat că valoarea lungimii saltului, de jumătate de milimetru, este aproximativ aceeași cu distanța dintre macrocoloane. „Picăturile" pentru culoare, de asemenea, sunt cam la aceeași distanță una de alta. Și totuși există o diferență.

Un al doilea neuron piramidal de suprafață la 0,2 mm de primul va avea el însuși un axon cu diferite opriri selective, din 0,5 mm în 0,5 mm, dar fiecare mănunchi va fi la 0,2 mm de cele ale primului. În timpul studenției mele, *Chicago Transit Autority* avea exact un asemenea sistem de trenuri A și trenuri B, unul oprind în stațiile „pare", iar celălalt în stațiile

„impare", având câteva stații comune pentru transbordarea dintr-un tren în altul. Bineînțeles, o stație oarecare poate fi câteodată mult mai întinsă decât altele; tot așa și neuronii noștri piramidali de suprafață nu sunt localizați într-un singur punct, pentru că arborescențele lor dendritice se întind lateral față de corpul celular, la 0,1 mm distanță sau chiar mai mult.

Comparați aceasta cu macrocoloanele. Până acum ele au fost *teritorii* în care există o sursă comună de stimul, ca și cum un grup de minicoloane ar putea fi delimitat pe baza faptului că sunt toate pe aceeași listă de distribuire a poștei. Iar picăturile au în comun o destinație (zonele corticale secundare specializându-se în culoare). Astfel, noi *nu* explicăm macrocoloanele prin extinderea laterală a ramurilor axonilor de excitație, deși lungimea saltului este poate o cauză (sau efect) a macrocoloanelor la un nivel adiacent de organizare. Imaginați-vă o pădure în care ramurile copacilor se întrepătrund, unde fiecare copac are o linie telefonică înfrunzind din el și contactând un copac îndepărtat, nu doar ocolindu-i pe cei intermediari, dar sărind peste liniile comune de stimuli ce subîmpart pădurea.

Legăturile „recurente" laterale sunt comune în rețelele neurale reale; inhibiția laterală a fost subiectul a două premii Nobel (pentru Georg von Békésy în 1961 și H. Keffer Hartline în 1967). Ea tinde să întărească granițele estompate dintr-o structură spațială (în vreme ce legăturile recurente pot compensa o vedere neclară, pot, de asemenea, produce câteva efecte secundare, precum iluziile vizuale). Dar neuronii noștri piramidali de suprafață sunt *excitatori* unul

pentru celălalt, sugerând că activitatea lor s-ar putea autoalimenta permanent, în absența neuronilor inhibitori, ca un incendiu de necontrolat al unei miriști. Ce se întâmplă aici? Din cauza excitației recurente este cortexul cerebral atât de predispus la crize epileptice, când neuronii inhibitori sunt obosiți?

Mai mult, valoarea standard a lungimii saltului indică faptul că ar fi posibil un drum dus-întors — un circuit cu reverberație, de tipul celui postulat de primii neurofiziologi. Doi neuroni aflați la 0,5 mm distanță se pot menține în funcțiune unul pe celălalt. După ce a produs un impuls, un neuron are o perioadă refractară — un fel de „timp mort": pentru aproximativ o milisecundă, este aproape imposibilă inițierea unui alt impuls. Timpul de traversare al celor 0,5 mm este de asemenea în jur de o milisecundă, iar apoi întârzierea sinaptică încetinește transferul cu încă o jumătate de milisecundă — astfel, dacă legăturile între cei doi neuroni ar fi suficient de puternice, se poate imagina impulsul celui de-al doilea neuron întorcându-se la primul chiar în momentul în care acesta și-a restabilit capacitatea de a genera un alt impuls. De obicei însă, conexiunile între neuroni nu sunt suficient de puternice și, de aceea, în mod obișnuit, o asemenea aprindere rapidă nu poate fi menținută, chiar dacă este inițiată. (În inimă însă, forțele conexiunilor dintre celulele adiacente sunt într-adevăr suficient de puternice, iar *cercul re-excitației* capătă o importanță patologică atunci când o leziune încetinește timpii de circulație.)

Dacă valoarea standard a lungimii saltului nu permite apariția unui impuls urmărindu-și coada, atunci ce va rezulta din ea? Probabil o sincronizare.

Cântând într-un cor, te sincronizezi cu ceilalți ascultându-i — de obicei auzindu-te pe tine terminând prea târziu sau începând prea devreme. Dar și tu, la rândul tău, îi influențezi pe ceilalți. Chiar dacă fiecare ar avea probleme cu auzul, toți se sincronizează repede, mulțumită conexiunii inverse globale.

Poziția în acel cor este foarte asemănătoare cu cea a unui neuron piramidal de suprafață în neocortex, primind stimuli de excitație de la vecinii din toate părțile.* Rețele ca acestea au fost pe larg studiate, chiar dacă nu și acelea din neocortexul superficial; sincronizarea se produce chiar și cu o conexiune inversă de mică amploare (acesta fiind motivul pentru care am postulat că ai probleme cu auzul). Două pendule identice învecinate vor tinde să se sincronizeze tocmai datorită vibrațiilor aerului și suportului pe care le produc. Se spune că ciclurile menstruale sincronizează activitatea din cămin a femeilor. Deși oscilatorii armonici, ca și pendule, au nevoie de un oarecare timp pentru a se sincroniza, sistemele neliniare, precum producția de impulsuri a neuronilor, se pot sincroniza foarte rapid, chiar dacă forțele de conexiune reciprocă sunt relativ slabe.

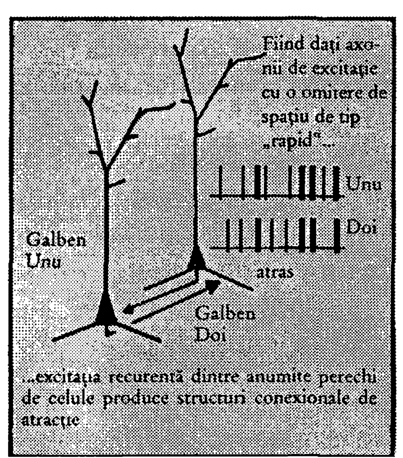
Dar ce are a face această tendință de sincronizare cu copierea structurilor spațiotemporale? Din fericire, totul e doar o chestiune de geometrie, de tipul celei descoperite de grecii antici în timp ce priveau fix mozaicul podelei băilor (și pe care mulți dintre noi am redescoperit-o în structurile tapetului de pe pereți).

Să presupunem ca toți neuronii piramidali de suprafață răspândiți în jurul cortexului vizual primar for-

mează un „comitet al bananei“ ce reacționează la o caracteristică sau alta a bananei pe care o privești. Liniile formând conturul bananei sunt un stimul puternic pentru acei neuroni specializați în margini și orientarea lor. Și apoi mai sunt acei neuroni în formă de picătură cărora le place galbenul.

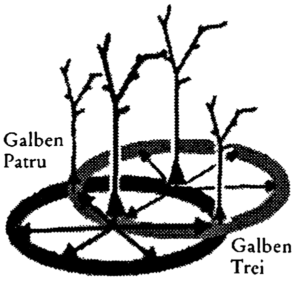
De vreme ce ei au tendința de a se excita unul pe altul, și dată fiind acea lungime de salt de 0,5 mm pentru mănunchiurile axonilor lor terminali, ei vor avea tendința de a se sincroniza — nu toate acele impulsuri ale neuronului pe care îl numesc Galben Unu vor fi sincronizate cu cele ale lui Galben Doi, dar un anumit procentaj va coincide într-un interval de câteva milisecunde.*

Să presupunem acum că există un alt neuron piramidal de suprafață la 0,5 mm distanță atât față de Galben Unu cât și de Galben Doi. Poate că primește doar un stimul galben slab, astfel încât nu transmi-



...excitația recurentă dintre anumite perechi de celule produce structuri conexionale de atracție

O pereche de neuroni interconectați tinde să atragă celulele învecinate echidistante...



...creând astfel o MATRICE TRIUNGHIULARĂ de neuroni sincronizați, extinzându-se pe o anumită distanță.

te în mod activ mai departe galbenul semnalizator. Acum, oricum, Galben Trei primește stimuli atât de la Unu cât și de la Doi. Mai mult, unele dintre aceste impulsuri de la Unu și Doi — cele sincronizate — vor ajunge împreună la dendritele lui Trei. (Ambele au de străbătut aceeași distanță de 0,5 mm.) Este exact ceea ce cunoscătorii tehnologiei hi-fi numesc „a sta în punctul fierbinte“, echidistant față de ambele difuzoare în vârful unui triunghi echilateral (mișcă-te chiar și foarte puțin către oricare dintre difuzoare și iluzia stereo va dispărea în cel mai apropiat difuzor, sunetul devenind mono). În punctul fierbinte cortical lângă Trei, cei doi stimuli sinaptici se însumează aproximativ, 2 + 2 = 4. Dar diferența până la impulsul de prag poate fi 10, deci Trei rămâne încă tăcut.

Nu pare prea interesant. Acestea sunt însă sinapsele glutamatice în straturile corticale de suprafață, care au deschis canale NMDA de-a lungul sinapsei pentru a permite atât sodiului, cât și calciului să pătrundă în neuronul din aval. Din nou, nici asta nu pare așa important în sine.

Dar până acum am omis să vă spun de ce neurofiziologii găsesc canalele NMDA atât de fascinante în comparație cu alte canale sinaptice: ele sunt sensibile nu doar la sosirea glutamatului, ci, de asemenea, și la voltajul preexistent din membranele postsinaptice. Dacă acest voltaj crește, următorul glutamat ce trebuie să sosească va produce un efect mai mare, uneori dublu față de standard. Aceasta pentru că multe dintre canalele NMDA în mod normal sunt astupate: există un ion de magneziu blocat în mijlocul tunelului dintre membrane; creșterea voltajului îl va

arunca afară — ceea ce, în schimb, permite sodiului și calciului, înainte blocate, să curgă în dendrită cu prima ocazie când glutamatul deschide canalul.

Consecințele ce decurg de aici sunt importante: înseamnă că impulsurile ce ajung simultan sunt mai eficace decât ar prezice 2 + 2: suma poate fi 6 sau 8 (bun venit în nelinearitate!). Sincronizarea aproape perfectă, *repetată*, a doi stimuli este chiar mai eficace, dacă ei curăță dopurile de magneziu de pe fiecare din celelalte canale. Foarte curând, acei stimuli repetați simultan de la Galben Unu și Galben Doi ar putea fi capabili să declanșeze un impuls în Galben Trei.

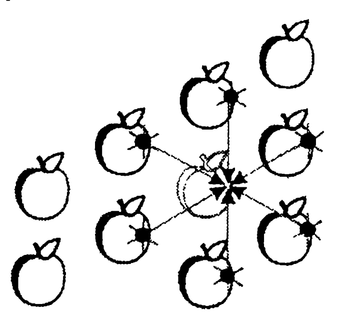
Distanța standard, re-excitarea reciprocă și creșterea forțelor sinaptice NMDA se potrivesc în mod foarte interesant, datorită tendinței lor comune de sincronizare. Noile proprietăți apărute provin adesea tocmai din asemenea combinații între lucruri ce par fără legătură.*

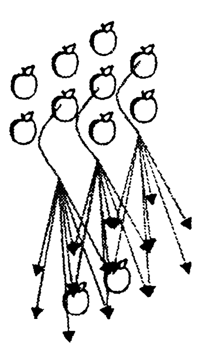
Avem acum trei neuroni activi formând vârfurile unui triunghi echilateral. Dar ar mai putea exista și un al patrulea vizavi de Unu și Doi, de asemenea echidistant la 0,5 mm. Nu există deocamdată prea multe date despre câte ramuri axonice are un singur neuron piramidal de suprafață — dar privind de sus un neuron piramidal de suprafață pus în evidență cu o substanță de contrast, se observă ramuri în multe direcții. Deci ar trebui să existe inel de excitație la cca 0,5 mm distanță de neuron. Două asemenea inele, cu centrele la 0,5 mm distanță — atât față de Galben Unu cât și de Galben Doi — se intersectează de două ori, e o problemă de geometrie plană.

Astfel, nu va fi surprinzător dacă Galben Unu și Galben Doi, odată ce își sincronizează acțiunile, pot recruta un Galben Patru la fel de bine ca un Galben Trei. Și mai există și alți neuroni în zona fierbinte a perechii formate de Unu și Trei: poate că un Galben Cinci se va alătura corului, dacă are deja suficienți alți stimuli pentru a ordona stimulii pereche în funcție de pragul său. După cum se poate vedea, există o tendință de a forma o *matrice triunghiulară* de neuroni deseori sincronizați, ce se poate extinde la câțiva milimetri de-a lungul suprafeței corticale.

Deoarece un neuron poate fi înconjurat de alți șase, care să-l determine să se „aprindă" la un anumit moment, avem de-a face cu o corectare a erorilor: chiar dacă un neuron încearcă să facă ceva diferit, este

CORECTAREA ERORII
prin „cristalizare"





Axonii lungi se pot și ei sfârși în evantai la sosirea într-un cortex îndepărtat.

Conexiunile orizontale LOCALE din straturile superficiale întăresc concordanța prin stimuli simultani repetați.

NECESITATEA LAXULUI: structurile de conexiune sunt reconstituite chiar și când doar 2 sau 3 (din 7) stimuli sosesc simultan.

forțat să revină la structura corală stabilită de către insistenții săi vecini. Aceasta este, esențialmente, o procedură de corectare a greșelii, care impune necesitatea unui „fax cerebral“ — însă doar dacă terminațiile axonilor corticocorticali fac ce au făcut și terminațiile celor locali: se răspândesc pe întinderi de 0,5 mm mai degrabă decât să se sfârșească într-un punct.*

Și, într-adevăr, se desfac în evantai în mod uniform — cam pe aceeași distanță.

Noțiunea de „zone de convergență“ pentru amintirile asociative ridică problema menținerii identității unui cod spațiotemporal pe durata transmiterii corticocorticale de mesaje pe distanță lungă, cum ar fi cele din partea stângă, prin corpul calos, spre partea dreaptă a creierului. Distorsiunile structurii spațiotemporale datorate lipsei unor proiecții topografice precise (axonii se termină întotdeauna într-un evantai, niciodată într-un singur punct) sau dispersiei în timp (viteza de propagare nu e uniformă), pot să nu aibă importanță acolo unde informația circulă într-o singură direcție — în acel caz un cod arbitrar este pur și simplu înlocuit de alt cod arbitrar.

Dar, pentru că legăturile dintre regiunile corticale îndepărtate sunt în mod obișnuit (șase din șapte) reciproce, orice distorsiuni ale modelului spațiotemporal inițial de aprindere, din timpul primei transmisii, ar trebui redresate pe drumul de întoarcere, pentru menținerea structurii spațiotemporale caracteristice drept cod local al unei scheme senzoriale sau motorii. Poți redresa distorsiunea printr-o transformare

inversă, exact cum netezești o hârtie mototolită. Sau ar mai putea fi remediată prin mai sus-menționatul mecanism de corectare a erorii. Sau pur și simplu poți permite existența mai multor coduri diferite, însemnând, local, același lucru, precum numele și poreclele — ceea ce se numește cod degenerat, ca, de pildă, șase tripleți diferiți de ADN, toți coduri pentru amino-acidul leucină. Obișnuiam să cred că oricare alternativă era mai probabilă decât o schemă de corectare a erorii, dar pe atunci nu realizam cât de simplu poate apărea corectarea de eroare din cristalizarea care ar trebui să însoțească excitația recurentă și canalele NMDA sensibile la sincronizare.

Imaginați-vă matricea unei fibre optice conectând o zonă corticală cu omologa sa din cealaltă parte. Fasciculele reale de fibre optice subîmpart o imagine în puncte, apoi transportă cu fidelitate fiecare punct o lungă distanță astfel încât, la celălalt capăt al fasciculului, apare un model de puncte luminoase identic cu cel al capătului din față.

Un axon nu e ca un cablu optic din cauza tuturor ramificațiilor de la fiecare capăt. Nu se sfârșește într-un punct: un singur axon se răsfiră în multe terminații, împrăștiindu-se dincolo de marginile macrocoloanei. De asemenea, fasciculele de axoni reali nu sunt ca un fascicul coerent de fibre optice, unde vecinii rămân doar vecini; axonii reali se pot îngemăna unii cu alții, astfel încât un punct se rătăcește și sfârșește prin a fi afișat la celălalt capăt. Și viteza de transmisie a axonilor reali este diferită de a fibrelor optice: impulsurile ce pornesc împreună pot ajunge la momente diferite, distorsionând structura spațiotemporală.

Dar proprietatea locală de corectare a erorii sugerează că s-ar putea ca nici una dintre aceste imperfecțiuni să nu conteze prea mult. Căci ceea ce s-a transmis a fost o structură spațiotemporală *redundantă*, mulțumită acelor matrici triunghiulare de început. Fiecare punct de la capătul îndepărtat poate primi un stimul de la un axon ce nu și-a atins ținta, plus mai mult de șase stimuli de la vecinii aflați la 0,5 mm depărtare; dar, deși într-adevăr unele impulsuri se pierd, iar altele ajung prea târziu, neuronul receptor acordă totuși atenție preferențial stimulilor simultani repetați, dintre care poate doar câțiva sunt necesari reproducerii structurii de aprindere a punctului de origine, ignorându-i efectiv pe cei deviați și rătăcitori.

Odată re-creată la capătul îndepărtat, o părticică a structurii spațiotemporale își poate lărgi teritoriul prin clonare, cum am explicat mai devreme. Asemenea matrici triunghiulare sincronizate fac ca o rețea dezordonată să poată transmite structuri spațiotemporale pe distanțe lungi în cortex — începând cu o mulțime de repetiții spațiale ale structurii spațiotemporale și sfârșind cu un teritoriu suficient al aceleiași structuri la capătul îndepărtat.

Cât de mare ar putea deveni o matrice? Ea ar putea fi limitată la zona sa originală Brodmann, dacă lungimea saltului se modifică la graniță. De exemplu, în cortexul vizual primar, la maimuțe, lungimea saltului este de 0,43 mm, iar în zona vizuală secundară următoarea oprire se află la 0,65 mm depărtare; atragerea altor neuroni de-a lungul graniței s-ar putea să nu funcționeze, dar aceasta este o problemă empirică —

trebuie cercetat. Iar atragerea mai multor neuroni în matricea triunghiulară presupune candidați ce sunt deja foarte interesați de banană.

Astfel, matricea triunghiulară a Galbenilor s-ar putea să nu fie cu mult mai largă decât partea cortexului vizual ce receptează imaginea bananei galbene. Neuronii sensibili la direcția liniilor s-ar putea să fi făcut și ei același lucru: sincronizându-se câțiva și atrăgând un cor de neuroni predispuși, formează astfel o altă matrice triunghiulară de 0,5 mm, centrată în altă parte. Pentru fiecare trăsătură a bananei detectată separat, ar trebui să existe o matrice triunghiulară separată — și fără a se extinde neapărat pe aceleași distanțe în cortex. Dacă am putea privi un cortex întins (și presupunând că o minicoloană se aprinde la un impuls), am vedea o mulțime de beculețe licărind.

Dacă ne-am restrânge câmpul de observație la un cerc de 0,5 mm, ar fi improbabil să vedem o prea bună sincronizare, doar unul din Galbeni aprinzându-se de câteva ori pe secundă, unul dintre Liniari (cei sensibili la linii) aprinzându-se de câteva zeci de ori pe secundă ș.a.m.d. Dar dacă ne-am lărgi câmpul de observație la câțiva milimetri, am vedea câteva puncte aprinzându-se deodată, apoi un alt grup aprinzându-se. Fiecare specialitate are propria ei matrice triunghiulară; luate împreună, diferitele matrici triunghiulare alcătuiesc Comitetul Bananei.

Remarcați că grupul inițial al Galbenilor și Liniarilor ar fi putut fi mai mare decât 0,5 mm, înaintea începerii extinderii prin atragerea altor neuroni. Chiar dacă comitetul inițial era răspândit pe câțiva milimetri, matricile triunghiulare sunt menite să cre-

eze o unitate de structură care este mult mai mică (și, potențial, mai ușor de re-creat, când structura este rechemată). Noi, într-adevăr, am comprimat codul într-un spațiu mai mic decât cel pe care îl ocupa inițial, întocmai ca la crearea cópiilor redundante. Aceasta are câteva implicații interesante.

Această structură spațiotemporală are legătură cu reprezentarea bananei, dar este ea *codul cerebral* pentru banană? Eu o numesc cea mai mică asemenea structură care nu scapă nimic important — structura elementară din care pot fi re-create matricile triunghiulare de Liniari și Galbeni.

Privind mai de aproape, care este suprafața dincolo de care nu mai putem găsi minicoloane sincronizate? Într-adevăr, o zonă de aproximativ 0,5 mm, dar nu un cerc cu raza de 0,5 mm — ci un hexagon cu latura de 0,5 mm. Iarăși doar o chestiune de geometrie: punctele corespunzătoare (să zicem vârfurilor din dreapta sus) ale plăcilor hexagonale formează matrici triunghiulare. Orice zonă mai mare decât acel hexagon va include anumite puncte redundante care sunt reprezentate de altele din matricea lor triunghiulară (vom vedea uneori două puncte sincronizate în varianta restrânsă a imaginii noastre).*

Structura elementară, de regulă, nu umple în întregime hexagonul. (Mi-o imaginez ca fiind alcătuită din câteva minicoloane active, dintre cele o sută sau mai multe ale hexagonului — restul trebuie să rămână tăcute pentru a nu face structura neclară.) Nu vom putea vedea granițele net trasate — astfel, privind suprafața corticală în timpul clonării pentru extinderea

teritoriului, nu vom putea vedea un fagure. Într-adevăr, când creatorii de tapet inventează un model ce se repetă, ei se asigură adesea că granițele unității de model nu pot fi detectate cu ușurință, astfel încât modelul general să nu pară cusut. Deși matricile triunghiulare sunt cele ce atrag neuroni și creează structura compactă, este ca și cum hexagoanele ar fi fost clonate.

Sincronicitatea triunghiulară nu durează neapărat prea mult — este o formă efemeră de organizare, și poate fi ștearsă total în timpul anumitor faze ale ritmului EEG asociate cu scăderi ale excitabilității corticale. Dacă vrem să re-creăm o structură spațiotemporală pierdută, putem începe cu două hexagoane adiacente — într-adevăr, din *oricare* două hexagoane învecinate acoperite inițial de mozaicul extins al bananei. Nu e necesar să fie perechile inițiale. Urma amintirii — acele trasee esențiale pentru reînvierea structurii spațiotemporale — poate fi la fel de redusă ca și circuicitatea din două hexagoane adiacente.

Astfel, copierea repetată a structurii minime poate coloniza o regiune, cam tot așa cum crește un cristal sau cum tapetul repetă un model elementar. Dacă melodia s-a repetat de suficiente ori înainte să se oprească, PLD ar putea persista, astfel încât structura spațiotemporală să fie ușor reluat, într-un loc sau în altul.

Dacă structura spațială era relativ dispersată, câteva coduri cerebrale (să zicem, cele pentru Măr și Mandarină) ar putea fi suprapuse pentru a da o categorie, precum „fruct“. Dacă încerci suprapunerea câtorva litere dintr-o imprimantă matriceală, se produce o harababură de nedescris. Dar dacă matricea are suficient de multe puncte, e probabil să poți recupera

membrii individuali pentru că fiecare dintre ei produce asemenea structuri spațiotemporale diferite. Astfel, acest tip de cod poate fi, de asemenea, la îndemână pentru formarea categoriilor ce pot fi descompuse în exemple, întocmai cum melodii suprapuse pot fi auzite adesea individual. Prin telecopiere, poți forma categorii multimodale — ca toate conotațiile lui „pieptene".

Prietenul meu Don Michael sugerează că meditația, prin intermediul mantrei, poate corespunde creării unui mare mozaic al unui cod fără sens, unul fără rezonanțe sau asociații cu vreo semnificație. Dacă o menții suficient de mult pentru a șterge lista de griji și preocupări, lăsând acele trasee de scurtă durată să dispară, ai putea avea un nou punct de pornire în accesarea memoriei de lungă durată fără să fii împiedicat de preocupările de scurtă durată.

Extraordinara stare a meditației de scufundare fără griji în noi înșine nu este, din nefericire, de lunga durată. Ea se află mereu în pericol de a fi perturbată din interior. Deși izvorâte de nicăieri, dispoziții, sentimente, dorințe, griji și chiar gânduri apar necontrolat, într-un talmeș-balmeș, fără sens, și cu cât sunt mai abisale și mai absurde, și cu cât au mai puțin de-a face cu cele conștiente, cu atât sunt mai tenace și mai insistente... Singura cale de a contracara această perturbare este de a-ți menține cu calm și indiferență respirația, de a intra în relații prietenești cu orice apare pe scenă, de a te adapta situației, de a le privi pe toate la fel, iar la sfârșit te saturi de privit.

EUGEN HERRIGEL,
Zen in the Art of Archery, 1953*

Această analiză a neuronilor piramidali superficiali are anumite implicații foarte atrăgătoare: lui Donald Hebb i-ar fi plăcut teribil, căci ea arată cum unele dintre cele mai descumpănitoare caracteristici ale memoriei de scurtă și lungă durată ar putea fi explicate prin asocierea celulelor (traseul amintirii este stocat în mod distributiv, fără vreun loc crucial pentru reamintirea ei ș.a.m.d.). Psihologilor gestaltiști le-ar fi plăcut modul prin care este posibilă compararea simbolului cu obiectul prin extinderea potențială a matricelor triunghiulare dincolo de limitele obiectului, o structură spațiotemporală formând ceea ce reprezintă *combinația* simbol-obiect, mai degrabă decât doar unul sau celălalt.

Și îmi place să cred că lui Charles Darwin și William James le-ar fi plăcut ideea că viața mentală presupune competiții de copiere determinate de mediul înconjurător multivariat. Sigmund Freud ar fi fost intrigat de mecanismul care arată cum pot răbufni uneori asociațiile subconștiente în prim-planul conștiinței.

De vreme ce cred că gândirea divergentă este cea mai importantă aplicație a Mașinii Darwin, dați-mi voie mai întâi să ilustrez cum ar putea ea rezolva o problemă de gândire divergentă. Să presupunem că ceva trece zbârnâind pe lângă tine și dispare sub un scaun. Ți s-a părut că era rotund și poate portocaliu sau galben, dar se mișca prea repede și acum ți-a pierit din fața ochilor, deci nu poți să-l mai privești o dată. Ce era? Cum ghicești, când răspunsul nu e evident? Gândirea ta are nevoie să găsească mai întâi câțiva candidați, iar apoi să le compare plauzibilitatea.

Din fericire, competițiile de clonare pot face asta. Există un cod cerebral provizoriu pentru obiect, format din toți detectorii de trăsături pe care i-a activat: culoare, formă, mișcare și, poate, sunetul lui lovind podeaua. Această structură spațiotemporală începe să se cloneze pe sine, ca să zicem așa.

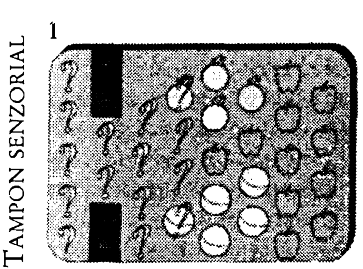
Dacă poate sau nu crea o clonă alături, aceasta depinde de rezonanțele de alături, de acele particularități de traseu furnizate de structura forțelor sinaptice și de orice altceva se întâmplă în cortexul învecinat. Dacă ai văzut un asemenea obiect de mai multe ori înainte, ar putea exista o rezonanță perfectă — dar nu l-ai văzut. Totuși, codul cerebral provizoriu are componente specifice pentru Rotund, Galben, Repede. Mingile de tenis au asemenea atribute, iar tu intri în rezonanță la „minge de tenis“, astfel încât neuronii din zonele învecinate încep să cânte melodia pentru Minge de Tenis (o trăsătură interesantă a captatorilor este aceea că o potrivire aproape perfectă poate fi prinsă și transformată în structura caracteristică). Clonarea cu o slabă rezonanță conduce la renunțarea la câteva componente, astfel încât rezonanța Mandarinei își poate extinde o variantă în alt petic de cortex, în ciuda faptului că nu se prea potrivește culoarea. Dar ce-i cu competițiile de clonare? Codurile cerebrale pentru Necunoscut, Minge de Tenis și Mandarină clonează mai departe. Poate că și codul cerebral pentru Măr scoate, de asemenea, cópii: dacă ai văzut pe cineva mâncând un măr cu câteva minute înainte, vor exista trasee temporare pentru Măr datorită sinapselor NMDA ce au fost fixate în acea structură. Dar atunci peste Măr trece structura Mandarinei care

cloneazǎ mai departe. De cealaltǎ parte a teritoriului curent al Necunoscutului, Mingea de Tenis se descurcǎ destul de bine și eventual se extinde asupra Necunoscutului, înlocuindu-l, încǎlcând chiar și teritoriul Mandarinei. Cam în acest moment, spui „Cred cǎ era o minge de tenis" pentru cǎ existau, în sfârșit, suficiente *clone* în corul Mingii de Tenis pentru a trimite un mesaj coerent în cortexul limbajului lateral-stânga, prin cǎi corticocorticale din lobul occipital spre lobul temporal.

Mașina Darwin rezolvǎ ambiguitatea gǎsind candidați și alegând între ei.

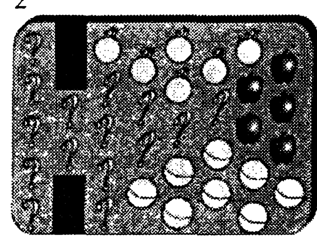
TAMPON SENZORIAL

1



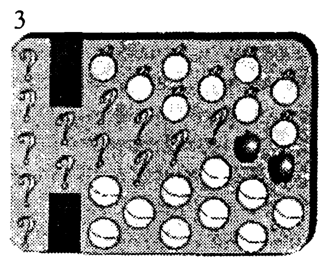
Barierele de inhibiție preîntâmpinǎ corectarea erorii, permițând accesul la „poartǎ".

2



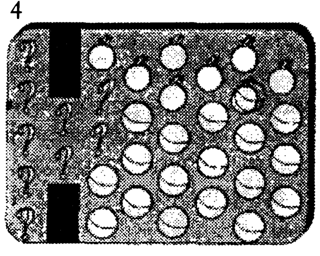
Au fost gǎsiți trei candidați prin atragerea variantelor de cǎtre un captator.

3



Urmeazǎ competiția, influențatǎ de tendințe externe și urme palide.

4



Masa criticǎ: „Era o minge de tenis!"

Altceva se întâmplă acum: o nouă structură spațiotemporală începe clonarea prin spațiul de lucru; de data aceasta vezi ceva foarte familiar (scaunul) și un nivel critic al masei corului Scaunului este rapid atins fără vreo competiție reală, pentru că structura senzorială spațiotemporală capătă instantaneu rezonanță înainte ca oricare variantă să aibă timp să se producă. Oricum sinapsele NMDA folosite în structurile Minge de Tenis și Mandarină sunt încă active, și pentru alte cinci minute va fi mai ușor decât de obicei să re-creezi oricare dintre aceste structuri spațiotemporale în zonele spațiului de lucru pe care le-au ocupat ultima dată. Poate că Mandarină continuă să cloneze și să facă greșeli, atingând rezonanța Portocală — astfel încât un minut mai târziu te întrebi dacă nu cumva ai greșit în privința acelei mingi de tenis. Așa s-ar fi putut întâmplă — la fel se întâmplă, îmi imaginez, în cazul proceselor noastre subconștiente care fac să ne vină în minte numele cuiva o jumătate de oră mai târziu. Rezonanțele structurii nu sunt altfel decât ne imaginăm că funcționează locomoția în măduva spinării: există o conexiune — toate acele forțe sinaptice dintre diferiții neuroni — și, fiind date anumite condiții inițiale, poți atinge rezonanța pentru structura spațiotemporală responsabilă pentru Mers. Cu alte condiții inițiale, atingi, în schimb, Mersul încet, Săritul, Alergatul sau Șotronul.

În cortexul senzorial poți atinge Portocală sau Mandarină chiar când vezi un fruct care nu-i nici una nici alta. După cum am menționat în capitolul 5, categoriile sunt motivul pentru care japonezii au așa mari probleme cu sunetele englezești L și R: ambele sunt

prinse de categoria lor mentală a unui anume fonem japonez. Realitatea este rapid înlocuită de către structuri mentale. După cum spune Henry David Thoreau, „noi auzim și înțelegem doar ceea ce deja știm pe jumătate".

Cortexul se ocupă cu învățarea rapidă de noi structuri, fie ele senzoriale sau de mișcare, și cu crearea de variante ale acestora. Variantele permit competițiilor să determine ce structură rezonează mai bine cu sinapsele, iar acestea, în schimb, sunt adesea favorizate de un număr de stimuli senzoriali și porniri emoționale.

Relațiile, de asemenea, pot fi codificate prin structurile spațiotemporale — la fel ca și schemele senzoriale sau de mișcare. Ele doar combină codurile pentru a crea o nouă structură arbitrară, în același mod în care ritmul mâinii stângi poate fi suprapus unei melodii pentru mâna dreaptă. *Lingua ex machina* din capitolul 5 oferea câteva exemple concrete în legătură cu ceea ce ar putea implica relațiile complicate (ca în propoziții) — toate acele roluri obligatorii și opționale. Acele argumente obligatorii ale unui verb precum *a da* privesc relații, iar când un rol obligatoriu nu este distribuit, rezultă o disonanță cognitivă (după cum, vai!, au și descoperit agențiile de publicitate; *Dă-i Lui* te forțează să citești încă o dată anunțul, să vezi ce ai sărit, și prin asta să-ți reamintești mai bine reclama).

Să înțelegem deci că propoziția este pur și simplu o mare structură spațiotemporală, clonând mai departe, în competiție cu alte propoziții, coduri? Da, dar nu întotdeauna. N-avem nevoie de competiții de copiere pentru a lua o decizie: simple scheme de eva-

luare ar trebui să fie suficiente, dacă nu este implicat nimic nou în mod special. Reamintiți-vă de cormoranul din capitolul 2: schemele de evaluare ajung pentru luarea deciziilor lui, pentru că alternativele (înot, scufundare, uscarea aripilor, luarea zborului, încă o privire aruncată împrejur) sunt deja bine conturate de evoluția de-a lungul generațiilor. Schemele copiabile nu mai sunt atât de importante odată ce ajung suficient de aproape de înțelesurile standard.

În straturile corticale de suprafață ale multor primate se întâlnesc lungimi de salt standard care presupun matrice triunghiulare efemere. Nu se știe cât de des utilizează animalul aceste conexiuni pentru clonarea structurilor hexagonale (cele asemănătoare structurilor tapetului); poate că se întâmplă doar foarte repede, în timpul dezvoltării prenatale — ca un fel de structură de probă ce ghidează conexiunile necesare folosirii ulterioare — și nu mai apar niciodată. Sau poate că unele zone ale cortexului sunt angajate într-o specializare totală și nu clonează niciodată asemenea structuri efemere, în timp ce alte zone susțin adesea copierea dintr-o parte în alta și devin spații de lucru ce pot fi șterse, pentru procesele darwiniste de dezvoltare. De vreme ce clonele comenzilor de mișcare vor fi în mod particular utile pentru aruncare — ele pot reduce instabilitatea execuției — poate că a existat o selecție naturală pentru spațiile mari de lucru în evoluția preciziei aruncării la hominide. Toate acestea sunt probleme empirice. Odată îmbunătățită rezoluția tehnicilor noastre de înregistrare, trebuie să vedem unde se situează clonarea hexagonală în spectrul de posibilități.

Oricum însă, ceva foarte apropiat de asemenea competiții de clonare e necesar pentru a satisface cerințele esențiale ale Mașinii Darwin — acesta este adevăratul motiv pentru care am condus cititorul prin acest labirint cortical. Acum, în sfârșit, avem (1) o structură distinctă; (2) copiere; (3) variație; (4) posibile competiții pentru spațiul de lucru; (5) un mediu ambiant diversificat; (6) o generație următoare care să aibă, mai probabil, variante stabilite din clonele cu teritoriile cele mai mari (teritoriile mai mari au un perimetru mai mare, unde variantele pot scăpa de tendințele de corectare a erorii și își pot începe clonarea propriei lor structuri).

Într-o carte mai amănunțită despre însăși Mașina Darwin neocorticală (*The Cerebral Code*) voi explica condimentul și viteza ce pot fi obținute din analogul cerebral pentru sex, insule și schimbare climatică. Căci de viteză avem nevoie, din moment ce un proces darwinist în creier trebuie să se desfășoare suficient de repede pentru a furniza inteligența noastră de tip presupunere corectă.

Noi tot încercăm să împărțim cortexul cerebral în module „expert“ specializate. Căutarea specializării este o bună strategie de cercetare, dar nu poate fi luată în serios când exprimă o viziune generală asupra modului cum funcționează cortexul asociativ. Avem nevoie de niște spații de lucru care să poată fi șterse și de capacitatea de a atrage ajutoare pentru sarcinile dificile. Ceea ce arată că orice module „expert“ sunt, de asemenea, și generaliste — ca și un neurochirurg care, într-o situație de urgență, devine generalist. Unul din

motivele pentru care prefer mozaicul hexagonal efemer este acela că oferă o soluționare dilemei expert-generalist: chiar și o zonă corticală cu trasee „expert" de lungă durată poate servi ca spațiu de lucru, utilizând trasee de scurtă durată suprapuse pentru a favoriza competițiile.

Un asemenea mozaic indică, de asemenea, o cale prin care gândurile subconștiente pot strecura și uneori pot scoate brusc în fluxul conștiinței anumite fapte relevante din trecut. Dar, mai presus de toate, prin faptul că înseși variantele își pot clona propriul drum spre un succes temporar, mozaicul arată că „peticeala" corticală este creativă — se poate dezvolta din origini modeste, transformându-se calitativ. Chiar formele cele mai înalte de relații, precum metafora, e probabil să se fi dezvoltat din forme mai elementare, căci codurile cerebrale sunt arbitrare și pot forma noi combinații. Cine știe — poate chiar ați dobândit deja un cod cerebral pentru analogia Macintosh–PC a lui Umberto Eco.

Matricele triunghiulare sincronizate cu consecințe atât de interesante pentru competițiile de copiere darwiniste s-au dovedit a avea de asemenea consecințe pentru limbajul complex, dezvoltând potențial inteligența dintr-o altă direcție.

Există un pas considerabil de la protolimbaj la limbajul nostru sintetic complet maturizat, și totuși cercetătorii lingvisticii încă se îndoiesc că există forme intermediare. Chiar și când posedă un vocabular bogat, protolimbajul are o structură foarte redusă, constând, în cea mai mare parte, în asociații contextuale simple între câteva cu-

vinte pentru a transmite mesajul. Sporirea complexității și structurii produce o mare diferență.

Un mecanism cerebral pentru incluziunea recursivă (cum ar fi propoziții în propoziții: „Cred că l-am văzut plecând pentru a ajunge acasă“) este considerat esențial pentru Gramatica Universală. Printre alte deziderate ale lingiviștilor se află găsirea unor mecanisme pentru concordanțele pe distanțe mari, precum legarea prenumelor de referenții lor. O asemenea legare necesită verigi preferabil mai extinse decât cele locale; mai mult, incluziunea recursivă necesită structurarea unei ierarhii a lor. S-ar putea ca zonele neînvecinate ale cortexului cerebral să fie implicate în multe încercări de asocieri, după cum reiese din ceea ce știm despre conotațiile vizuale ale *pieptenelui* stocate lângă cortexul vizual, aspectele sale sonore lângă zonele auditive ș.a.m.d.

Totuși fasciculele de axoni corticocorticali au considerabil mai multe imperfecțiuni decât fasciculele incoerente de fibre optice, căci vecinii nu mai rămân vecini. De asemenea, proiecțiile punct cu punct pot fi pierdute pe măsură ce toate terminațiile axonilor se răspândesc în evantai, la fel cum se împrăștie razele unei lanterne. În ciuda incoerenței datorate dezordinii și neclarității, prin experiență, prezumtiv, unele structuri distorsionate pot fi recunoscute la capătul îndepărtat, utilizând mecanisme de tipul analizei fasciculelor, analoge acelora de percepție categorială. Aceasta ar trebui să permită transmiterea cazurilor particulare des întâlnite în mod analog utilizării steagurilor de semnalizare ale marinarilor — deși doar câteva la un anumit interval de timp, limitând astfel

posibilele noi asociații ce pot fi transmise între zonele corticale. Incluziunea va fi restrânsă la expresiile ramificate. Acest nivel incoerent al capacității corticocorticale ar trebui să fie în stare să controleze protolimbajul.

Dar mecanismul corectării erorii oferă posibilitatea de a trimite structuri spațiotemporale arbitrare pe fasciculul corticocortical — și de a reuși din prima încercare, astfel că acest fascicul nu mai este limitat la structurile distorsionate spațial și temporal care au fost recunoscute de cortexul căruia îi sunt destinate drept cazuri particulare cu sens. O asemenea coerență corticocorticală ar însemna că pot fi transmise noi asociații. Mai mult, aceeași structură spațiotemporală de conexiune va fi împărtășită atât de zona sursă cât și de zona de destinație; cortexul de destinație o poate trimite înapoi cu aceeași corectare de eroare, *fiind automat recunoscută în cortexul sursă*, fără a fi nevoie de producerea unei versiuni dublu distorsionate și apoi construirea unui echivalent pentru structura spațiotemporală originală.

Proiecțiile inverse utilizând același cod presupun un cor pe mai multe voci, membrii îndepărtați ai corului contribuind la menținerea numărului de membri peste un nivel critic. Un cântec re-proiectat nu trebuie neapărat să fie complet interpretat pentru a scoate din încurcătură corul. Ar putea fi mai degrabă asemenea acelei tehnici de a cânta în paralel în care o singură voce rostește monoton următorul vers, iar publicul îl repetă cântându-l. Re-proiectările lasă, de asemenea, o urmă verificabilă ce poate rezolva ambiguitatea. („Cine a zis X?“ „Cântați din nou toată

bucata!") Cu legături ce pot menține structura propoziției, incluziunea devine posibilă: nu mai există pericolul ca structura mentală a amestecului de opt cuvinte *înaltul bărbat blond cu un pantof negru* să fie pusă de-a valma în *blondul bărbat negru cu un pantof înalt.*

Precizia corticocorticală *per se* este acel candidat pentru marele pas înainte de la protolimbaj la limbaj (deși ai nevoie încă de o mulțime de reguli la nivelul structurii argumentului). Într-adevăr, tranziția către transmisia arbitrară a codului ar fi putut realiza două inovații majore ale Gramaticii Universale — incluziunea și legăturile la mare distanță într-un singur pas. Avem astfel acum câțiva candidați, Mașinile Darwin și corticocorticalii coerenți, pentru ceea ce ar fi putut dezvolta inteligența și limbajul, permițând culturilor rar inovatoare ale lui *Homo erectus* să evolueze, acum aproximativ 250 000 de ani, transformându-se în culturile în permanentă schimbare ale lui *Homo sapiens.*

> *În concluzia tuturor studiilor noastre, trebuie să încercăm încă o dată să cunoaștem sufletul uman ca suflet și nu doar ca un bâzâit bioelectric; voința umană ca voință și nu doar un val de hormoni; inima umană nu doar ca o pompă fibroasă și umedă, ci ca organul metaforic al înțelegerii. Nu e nevoie să credem în ele ca în niște entități metafizice — ele sunt la fel de reale ca și sângele și carnea din care sunt făcute. Dar trebuie să credem în ele ca entități; nu ca fragmentele analizate, ci ca întreguri cărora noi le dăm realitate prin contemplare, prin cuvintele pe care le folosim când vorbim despre ele, prin modul în care le-am transpus în vorbire. Trebuie să ne înfiorăm de uimire în fața lor, căci sunt neanalizabile, chiar dacă sunt disecate chiar sub ochii noștri.*
>
> MELVIN KONNER, 1991*

8
În căutarea unei inteligențe supraumane

Bineînțeles, dacă „sinele“ meu este doar o mână de instincte al căror număr și dimensiune exactă sunt cunoscute, atunci nu pot decât să le delimitez cu claritate și să le perfecționez la maximum; dar dacă această vagă personalitate, cu bizareriile și aspirațiile sale firești, cu strădaniile și căderile ei, cu gustul atingerii sublimului, nu este doar o mașină ieșită din comun și cu un număr maxim definitiv de cai-putere, ci este ceva viu, ce nu rămâne niciodată același, reajustându-se constant pe sine conform circumstanțelor, capabil de realizări incalculabile sau de o sărăcie patetică, într-un anumit sens, stăpânul soartei sale; dacă libertatea sa nu e o iluzie, iar posibilitatea sa de experiență spirituală nu e o minciună, atunci nu trebuie să ne permitem nouă înșine să recădem în vechea eroare a materialistului mecanicist.

CHARLES E. RAVEN
The Creator Spirit, 1928*

Avem o minte vie, iar aceasta datorită darwinismului dinamic al vieții noastre mentale prin care ne putem inventa — și reinventa zilnic — pe noi înșine. Deși doar o încâlceală la începutul acestei cărți, această viață a minții este, poate, imaginată acum ca un proces darwinist — unul de înalt nivel, foarte aproape de culmea acelor niveluri de stabilitate stratificată — capabil de integrarea sinelui în sensul lui Charles Ra-

ven. O asemenea profunzime și mobilitate pot proveni din clonarea continuă a codurilor cerebrale concurând cu alte coduri cerebrale pentru teritorii și născocind noi variații.

Nu este un calculator, cel puțin nu în sensul nostru obișnuit, acela de mașină sigură care își repetă cu strictețe propriile acțiuni. Pentru cei mai mulți omeni, este ceva nou în domeniul mecanicist, pentru care nu există analogii potrivite — cu excepția altor procese darwiniste cunoscute. Dar îți poți face totuși o idee: privind suprafața (virtual întinsă) a cortexului e ca și cum ai privi un mozaic — o „peticeală" neobosită. La o privire mai atentă, fiecare petic ar apărea ca o structură repetată a unui tapet, dar, fiecare unitate a structurii fiind dinamică, e mai degrabă o structură spațiotemporală care clipește decât una statică tradițională. Granițele dintre peticele învecinate pot fi uneori stabile, alteori mobile, asemeni un front de luptă. Uneori unitățile unei structuri se sting într-o zonă, când matricele triunghiulare nu mai sincronizează punctele omologe — și o altă structură colonizează cu rapiditate teritoriul dezorganizat.

Învingătorul curent al acelei competiții de copiere, cu cel mai mare cor luptând pentru atenția căilor de ieșire, pare un bun candidat pentru ceea ce numim conștiință. Concentrarea noastră mobilă poate fi o altă clonă care se impune. Subconștientul nostru poate fi alcătuit din celelalte structuri active care nu sunt dominante în mod curent. Nici o zonă anume din cortex nu este „centrul conștiinței" pentru multă vreme; după un timp, o alta îi ia locul.

Mozaicurile mereu în schimbare par, de asemenea, un bun candidat pentru inteligență. Între structurile

spațiotemporale pe care le dezvoltă ele se află și comenzile pentru mișcările noi. Mozaicurile în evoluție pot descoperi o nouă ordine à la Horace Barlow, din moment ce structurile spațiotemporale pot varia pentru a găsi noi rezonanțe. Mozaicurile pot simula acțiuni din lumea reală, à la Kenneth Craik, din moment ce codul cerebral pentru o schemă de mișcare poate fi evaluat după rezonanțele amintirilor de lungă durată și stimulii senzoriali curenți. Ele au caracteristica, descrisă de Jean Piaget, de a se descurca în situațiile în care nu este evident ce-i de făcut.

Mozaicurile prezintă și aspectul nelimitat al vieții noastre mentale, cel implicat în inventarierea unor noi niveluri de complexitate, precum cuvintele încrucișate sau (ceea ce poate fi și cazul poeziilor) combinarea simbolurilor pentru a cuprinde noi niveluri ale sensului. Deoarece codurile cerebrale pot reprezenta nu doar scheme senzoriale și de mișcare, ci și idei, ne putem imagina cum apar metafore de calitate, ne putem închipui cum are loc ceea ce Coleridge numea „suspendarea voită a neîncrederii“ când intrăm în domeniul imaginar al ficțiunii.*

La codurile cerebrale și procesele darwiniste mă gândeam la începutul acestei cărți, când sugeram că până la sfârșitul ei cititorul ar putea fi în stare să-și imagineze un proces ce poate avea ca rezultat conștiința și se poate derula suficient de repede pentru a constitui inteligența ascuțită, necesară presupunerii corecte. Acest ultim capitol investighează implicațiile creșterii creierelor noastre și ale creării unor replici artificiale. Dar permiteți-mi să încep cu o privire de ansamblu asupra stilurilor concurente de explicație.

Standardul de aur al explicației — cel la care aspiră toți oamenii de știință (deși în mod nejustificat câteodată) — este cel abstract și matematic. Cu siguranță, e impresionant când cineva poate dezvolta un lanț de inferențe dintr-o mulțime de definiții abstracte și axiome. Pornind de la idealul lui Platon, atât Descartes cât și Kant au încercat să înțeleagă cum poate opera mintea matematic. Acum, în sfârșit, se pare că suntem pe punctul de a răspunde la asemenea probleme.

Dar multă vreme au existat provocări la adresa întregului demers științific — provocări reiterate puternic acum, când știința încearcă să explice mintea umană. Conform viziunilor mistice și iraționale asupra adevărului, acesta își are obârșia în iluminare, nu în deducție; adevărurile științei sunt văzute de adepții acestor concepții ca secundare și pripite, în comparație cu cele obținute prin contemplație pură. O a doua provocare provine din dogmă; necazurile lui Galilei nu s-au datorat astronomiei lui, ci faptului că metoda sa științifică de continuă provocare și revizuire amenința foarte importantul concept al adevărului revelat, pe care religiile l-au folosit pentru a-și asigura coerența internă și eternitatea concepțiilor. Apoi mai există ceea ce un critic literar, George Steiner, numește provocarea „polemicii existențiale romantice" — preferința lui Nietzsche pentru înțelepciunea instinctivă în locul deducției sterile, de exemplu, sau critica lui Blake asupra opticii spectrale a lui Newton.* O a patra linie de atac vede peste tot motive ascunse sau pretinde că adevărul este relativ la punctele de vedere politice.

Acestea sunt provocările din afara tradiției științifice: adepții lor de azi se vor agăța de frecventele noastre confuzii științifice și vor încerca să le exploateze, la fel cum fundamentalistul creștin atacă întreaga biologie evoluționistă. Asemenea stiluri de explicație au concurat îndelung cu știința, având câteva victorii de scurtă durată (precum exilul lui La Mettrie) și multe înfrângeri pe termen lung. Urme ale tuturor celor patru pot fi găsite astăzi în mișcările inițiate de către cei ce au abandonat epoca rațiunii.

Trebuie deci să încercăm să fim limpezi în explicațiile noastre științifice și să nu creăm false contradicții — ca presupusul conflict între principiile evoluției prin mutații genetice și selecția naturală, o confuzie inutilă ce a durat zeci de ani până a fost soluționată în 1940 prin Sinteza Modernă. Trebuie să evităm utilizarea conceptelor matematice care mai mult orbesc decât luminează; trebuie să fim atenți la „demonstrațiile bazate pe absența imaginației" atunci când tragem concluzia, fără aroganță sau nerăbdare, că nu există alternative la răspunsurile pe care le-am găsit. Și în special când e vorba de creier trebuie să avem grijă să fixăm teoriile noastre la nivelul corect de explicație mecanicistă.

În mod corespunzător, nivelul neuronal de descriere care furnizează imaginea actualmente la modă a creierului și minții este doar o umbră a mai adâncului nivel al acțiunii citoscheletice — și la acest nivel mai adânc trebuie să căutăm baza fizică a minții!

ROGER PENROSE
Shadows of the Mind, 1994*

Sunt sigur că unii neurospecialiști ecleziastici vor spune, în ciuda tuturor capitolelor anterioare, că o fantomă în mașină este încă necesară, sărind peste acele multe niveluri intermediare de stabilitate stratificată, pentru a-i da enigmaticei mecanici cuantice rolul principal, acolo jos, în microtuburile citoscheletului neuronului, unde un anume spirit imaterial poate fi într-o indisolubilă legătură cu mașinăria biologică a creierului. De fapt, asemenea teoreticieni evită, de obicei, cuvântul spirit, și vorbesc despre niște câmpuri cuantice.* Aș fi încântat să ajung la un compromis în privința „misterului" folosind definiția lui Dan Dennett: un fenomen despre care oamenii nu știu ce să creadă.* Tot ce au reușit fizicienii conștiinței a fost să înlocuiască un mister cu altul; până acum nu există elemente ale explicațiilor lor prin a căror combinare să putem explica alte lucruri.*

Și chiar dacă ei își îmbunătățesc combinațiile, orice rezultat al cercetării microtuburilor sincronizate va fi doar încă un candidat pentru natura unitară a experienței noastre conștiente — unul care va trebui să concureze în privința detaliilor mecaniciste cu explicații de la alte niveluri, și care va trebui să concureze cu ele pentru o acoperire totală a subiectului. Până acum, procesul darwinist pare să aibă toate elementele necesare pentru a explica succesele și disfuncționalitățile aspectelor importante ale conștiinței.

Cred că vom continua să vedem acele dispute obositoare în care un filozof încearcă să „încuie" un alt filozof (sau cel puțin să-l pună la colț sub un val de cuvinte) pe tema posibilității ca o mașină să înțeleagă într-adevăr vreodată ceva și a capacității mașinilor de a avea

cândva tipul nostru de conștiință. Din nefericire, chiar dacă toți oamenii de știință și toți filozofii ar cădea de acord asupra modului cum apare mintea din creier, totuși complexitatea subiectului va determina pe mulți să rezume acea complexitate folosind anumite concepte ușor de imaginat precum „spirit". Și îi va determina să simtă ca și recenzentul cărții care a spus (retoric poate): „Este oare computerul digital o versiune mai simplă a creierului uman, după cum afirmă mulți teoreticieni ? Dacă realitatea o confirmă, atunci implicațiile sunt înfricoșătoare."

Înfricoșătoare ? Personal, găsesc ignoranța înfricoșătoare. Are o istorie bogată care se leagă de „explicarea" bolii mentale prin posesie demonică și de toate acele vânători și procese ale vrăjitoarelor. Avem nevoie urgent de o metaforă mai bună decât cea a misterului fizic cuantic; avem nevoie de o metaforă care să acopere cu succes golul dintre viața noastră mentală percepută și mecanismele neurale responsabile pentru ea.

Până acum am avut realmente nevoie de două metafore: o metaforă descendentă ce proiectează gândurile pe ansambluri de neuroni, și o metaforă ascendentă care descrie modul cum apar ideile din acele aparent haotice ansambluri de neuroni. Dar Mașina neocorticală Darwin poate ține locul ambelor metafore — dacă înăuntrul ei este într-adevăr mecanismul creator.*

Teoria mașinii neocorticale Darwin îmi pare a fi nivelul potrivit de explicație; nu se află jos, în sinapsă sau în citoschelet, ci sus, la nivelul dinamicii implicând zeci de mii de neuroni care generează structuri spațiotemporale ce precedă mișcarea și comportamentul

în lumea exterioară. Mai mult, teoria este consistentă cu o mulțime de fenomene aflate de un secol în centrul cercetării creierului și este verificabilă (cu ceva îmbunătățiri ale rezoluției spațiale și temporale de vizualizare a creierului sau matricelor microelectrozilor).

În esența sa, procesul darwinist este în mare măsură înțeles ca un mecanism creator, cel puțin printre biologi. Am avut binișor peste un secol pentru a realiza cât pot fi de puternice asemenea competiții de copiere atunci când e vorba de dezvoltare calitativă din variații întâmplătoare la scara unui mileniu. În ultimele decenii am putut vedea același proces operând la scara zilelor sau săptămânilor în cazul răspunsului imunitar prin care se creează un anticorp mai bun. Că această Mașină neocorticală Darwin poate opera în milisecunde sau minute este doar o altă modificare a scării; noi ar trebui să putem duce mai departe înțelegerea a ceea ce poate dobândi procesul darwinist din biologia evoluționistă și din imunologie pe scara temporală a gândirii și acțiunii.

Mi se pare că adoptarea concepției lui William James despre viața noastră mentală este de mult depășită. Însă mulți, inclusiv oameni de știință, sunt încă legați de o variantă surogat a darwinismului privit doar ca supraviețuire selectivă (Darwin, vai!, a contribuit la această confuzie intitulându-și teoria „selecție naturală“, nume ce acoperă doar cinci din cele șase elemente esențiale). Ceea ce sper că am reușit în această carte este să strâng la un loc toate elementele esențiale ale unui proces darwinist împreună cu factorii lui de accelerare și apoi să descriu un mecanism neural con-

cret ce ar putea realiza un asemenea proces în neocortexul primatelor.

Cel mai important avantaj al Mașinii mele neocorticale Darwin, ca mecanism mai degrabă decât metaforă îmbunătățită, este faptul că neuroanatomia corticală și principiile de variație implicate corespund satisfăcător acelor șase elemente esențiale ale procesului darwinist și factorilor de accelerare.

E greu de spus dacă acesta este cel mai important proces ce se desfășoară în creier sau un alt proces domină conștiința și capacitatea de a presupune corect; ar putea fi unul fără antecedente în biologie sau informatică — unul pe care nu ni-l putem imagina fără descoperirea mai întâi a câtorva metafore intermediare. Bănuiesc că într-adevăr procesul de „conducere“ a competițiilor de clonare pentru evitarea psihozei sau stagnării va necesita metanivelul său de descriere. (Nu mă gândesc la un *conducător în sensul obișnuit al acestui termen*, ci la o coordonare asemănătoare modului în care tiparele climei globale sunt puternic influențate de curenții troposferei sau de El Niño.) În terminologia psihologică, o asemenea „conducere“ ar putea fi precum „vaga personalitate cu bizareriile și aspirațiile sale firești, cu strădaniile și căderile sale“ a lui Raven.

Codurile cerebrale compozite dezvoltate de competițiile de copiere darwiniste ar putea explica mult din viața noastră mentală. Competițiile de copiere arată de ce noi, oamenii, putem avea mult mai multe comportamente noi decât alte animale (avem o evoluție complementară a planurilor nonstandard de mișcare). Ele arată cum putem dezvolta o gândire analogică (relațiile înseși pot avea coduri ce pot concura).

Deoarece codurile cerebrale pot fi alcătuite din mai multe elemente, îți poți imagina un unicorn și, de asemenea, crea o amintire a lui (traseele cu particularitățile lor pot reactiva codul spațiotemporal pentru unicorn). Și, mai presus de toate, procesul darwinist furnizează o mașină pentru metaforă: pot fi codificate relațiile între relații și dezvoltate până la transformarea lor calitativă.

O asemenea explicație a conștiinței inteligente oferă o anume cunoaștere a metaforei și a operațiilor de pe tărâmul imaginarului. Și ar trebui să ne dezvăluie înrudirea dintre gândire și alte operații mentale. În cadrul explicației pe care am propus-o, mișcările balistice și muzica par intim legate cu gândirea și limbajul.* Am văzut deja că accentul pus pe noile secvențe permite selecția naturală nonlingvistică ce ajută limbajul (și viceversa). Acele suprapuneri între secvențializarea oral–facială și secvențializarea mână–braț (afaziile apraxice) arată că ambele utilizează aceeași mașinărie neurală. În al doilea rând, Mașina neocorticală Darwin se dovedește avantajoasă și în cazul mișcărilor viitoare, altele decât cele balistice: planificarea la scara secundelor, orelor, zilelor continuă să progreseze. Permite verificarea combinațiilor, descoperirea aspectelor lor defectuoase, perfecționarea lor ș.a.m.d. Indivizii care sunt buni la toate acestea sunt cunoscuți ca inteligenți.

Orice explicație a inteligenței ar trebui, de asemenea, să ne arate cum s-ar putea ajunge la inteligență și altfel decât a făcut-o viața de pe pământ; pe scurt, ar trebui

să aibă implicații asupra inteligenței artificiale (IA), asupra creșterii inteligenței animale și umane, și poate asupra detectării semnalelor trimise de o inteligență extraterestră. Deocamdată nu se pot spune prea multe despre inteligența de altundeva, dar am să vă arăt o perspectivă etologică ce ne poate ajuta să înțelegem IA și inteligența sporită.

O inteligență scutită de grija necesității găsirii hranei și evitării animalelor de pradă (precum IA) ar putea să nu fie nevoită să se miște — iar unei asemenea inteligențe ar putea să-i lipsească foarte bine orientarea spre „ce urmează să se întâmple“ a inteligenței animale. Noi rezolvăm mai întâi problemele privind mișcarea și abia mai târziu, atât filogenetic cât și ontogenetic, ajungem să ne gândim la probleme mai abstracte, acționând pentru stăpânirea viitorului ce ne așteaptă.

Ar putea exista și alte moduri prin care poate fi dobândită o inteligență ridicată, dar „totul–pornește–de–la–mișcare“ este paradigma pe care o cunoaștem.* În mod curios, ea este totuși arareori menționată în literatura psihologică sau în cea despre inteligența artificială. Deși există un îndelungat curent intelectual în cercetarea creierului ce pune accentul pe această paradigmă, întâlnim mult mai adesea discuții despre funcția cognitivă ce pune accentul pe un observator pasiv care analizează intelectual lumea senzorială. Contemplarea lumii domină încă cele mai multe abordări ale minții; dar însăși această contemplare ne poate induce în eroare. *Explorarea* lumii persoanei, cu presupunerile sale constante și deciziile sale repetate cu

privire la ce urmează să facă, trebuie inclusă în modul cum încadrăm intelectual problemele.

Este dificil de estimat cât de des poate apărea inteligența de nivel înalt în sistemele de evoluție atât aici pe pământ cât și altundeva în univers. Principalul factor care împiedică speculațiile pe această temă este ignoranța noastră actuală privind modul cum sunt depășite stagnările în natură; căci este ușor să fii prins într-un echilibru, blocat pe o linie. Și apoi mai există acea cerință a continuității: ca, la fiecare pas pe drumul evoluției, speciile să rămână destul de stabile pentru a nu se autodistruge și destul de competitive pentru a nu se pierde într-o specializare îngustă.

Dacă sunt suficient de elaborate, listele atributelor inteligenței pot fi o soluție de evaluare mai bună decât aplicarea testelor IQ umane la celelalte specii (sau computerului). Însă de acum putem spune câte ceva despre tipurile de mecanisme psihologice care pot ajuta creierul să facă presupuneri corecte și să descopere o nouă ordine.

Putem evalua speciile promițătoare (sau creațiile artificiale, ori schemele de dezvoltare) contabilizând câte elemente componente ale inteligenței au reușit să strângă fiecare și câte elemente blocante au reușit să evite fiecare. Lista mea curentă de evaluare ar evidenția:

- Un larg repertoriu de mișcări, concepte precum cuvintele și alte unelte. Dar chiar și cu un vocabular bogat, împărtășit cultural în decursul unei vieți de lungă durată, un nivel ridicat de inteligență necesită încă elemente în plus pentru a putea face combinații calitativ noi.

- O toleranță față de confuzia creatoare, care ar permite unui individ să elimine din când în când categorii vechi și să creeze unele noi.
- Mai multe spații de lucru simultane („fante") *per* individ — destule pentru a putea alege cu grijă între analogii, dar nu atât de multe încât să înlăture tendința de regrupare și astfel crearea de noi cuvinte.
- Moduri de stabilire de noi relații între concepte în acele spații de lucru — relații mai complicate decât *este un* și *e–mai–mare–decât*, pe care multe animale le pot sesiza. Relațiile arborescente par în mod special importante pentru tipul nostru de structuri lingvistice. Capacitatea noastră de a compara două relații (analogii) permite operarea în spațiul metaforic.
- Capacitatea de a crea în minte situații, înainte de a acționa în lumea reală — creare ce a încorporat cumva cele șase elemente esențiale darwiniste (*structuri determinate de un mediu înconjurător multivariat ce produc cópii, variază și concurează* cu structuri mai performante, furnizând centrul următorului rând de variante) și câțiva factori de accelerare (echivalenți ai *recombinării, schimbării climei, insulelor*) cu anumite prescurtări, astfel încât procesul darwinist să poată opera la nivelul ideilor mai degrabă decât la cel al mișcărilor.
- Capacitatea de a formula strategii pe termen lung la fel de bine ca și tactici pe termen scurt, de a face mișcări intermediare ce ajută la stabilirea cadrului următoarei fapte. Agendele de evoluție și monitorizarea progresului lor ajută chiar mai mult.

Cimpanzeilor și bonobilor le pot lipsi câteva elemente, și totuși ei au adunat mai multe decât actuala generație de programe IA.

O altă implicație a teoriei mele darwiniste este aceea că, și în condițiile în care unele animale sau calcula-

toare reușesc să adune toate elementele, ar trebui să ne așteptăm la deosebiri considerabile de inteligență datorită diferențelor individuale în realizarea prescurtărilor, în găsirea nivelului adecvat de abstractizare pentru utilizarea analogiilor, în viteza de procesare și în perseverență (mai mult nu înseamnă întotdeauna mai bine, cum se întâmplă când plictiseala dă variantelor mai bune o șansă de dezvoltare).

De ce nu există mai multe specii cu stări mentale complexe ? Există bineînțeles o fantezie nutrită de paginile umoristice ale ziarelor care atribuie o înțelepciune tăcută până și insectelor. Dar antropoidele ar fi teroarea Africii dacă ar avea fie și a zecea parte din stările noastre mentale de planificare prealabilă.

Bănuiesc că motivul pentru care nu există specii cu un grad mai ridicat de inteligență este acela că există un punct critic de trecut. Și nu este doar Rubiconul mărimii creierului sau o imagine corporală ce-ți permite să-i imiți pe alții sau o mulțime de alte îmbunătățiri „depășind antropoidele" și observate doar la hominide. *Puțină inteligență poate fi un lucru periculos* — fie ea extraterestră, artificială sau umană. O inteligență „depășind antropoidele" trebuie să înfrunte mereu riscuri duble, întocmai cum marinarii antici trebuiau să facă față unei stânci numite Scyla și unui vârtej numit Charibda. Vârtejul inovațiilor periculoase este cel mai evident risc.*

„Ei bine, în țara noastră", spuse Alice gâfâind încă, „în general, ajungi în altă parte — dacă alergi foarte repede mult timp, cum am făcut noi."

„O țară lentă!“ spuse Regina [Roșie]. „Vezi tu, aici trebuie să alergi cât poți de tare pentru a rămâne în același loc. Dacă vrei să ajungi în altă pane, trebuie să alergi de două ori mai repede de atât!“

LEWIS CARROLL,
Through the Looking Glass, 1871

Riscul ridicat de stâncă este mult mai subtil: conservatorismul activității obișnuite nu ține seama de explicațiile Reginei Roșii cu privire la necesitatea de a alerga pentru a rămâne în același loc. De exemplu, când străbați pragurile unui râu cu o mică ambarcațiune, poți întâlni o stâncă doar dacă nu-ți menții viteza pe cursul principal. La fel și inteligența este într-o permanentă întrecere cu propriile sale efecte secundare.

Anticiparea este forma noastră particulară de alergare, esențială pentru administrarea inteligentă despre care biologul evoluționist Stephen Jay Gould previne că este necesară supraviețuirii pe termen lung: „Prin puterea unui glorios accident al evoluției numit inteligență, am devenit administratorii continuității vieții pe pământ. N-am cerut noi acest rol, dar nu putem abdica de la el. Se poate să nu fim potriviți pentru el, dar asta-i situația.“*

Vorbind despre alte specii inteligente, ce putem spune despre cele care s-ar putea crea pe ele însele? Posibilitatea transferului minții umane într-o bază de *siliciu*, a copierii structurii detaliate a creierului unui individ, a stârnit ceva vâlvă.

Cred că o asemenea „mașină nemuritoare“ — realizată prin transferul creierului unui individ într-un

computer asemănător nouă funcțional — este improbabil să funcționeze bine. Chiar dacă noi, specialiștii în neuroștiințe, am fi nevoiți, în cele din urmă, să rezolvăm problema extragerii informațiilor din creierul uman și încărcării lor în calculator (lucru ce li se pare perfect realizabil unor fizicieni și informaticieni înflăcărați), cred că demența, psihoza și comoțiile ar fi mult prea probabile — în afară de cazul în care toate circuitele similare celor umane ar fi foarte bine reglate (și ar rămâne așa). Și gândiți-vă la chinurile îndurate de ființele umane ce suferă de obsesii și constrângeri: „Blocat într-un vârtej nesfârșit“ capătă un nou sens când ospiciul este veșnic, fără să mai fie limitat de durata vieții umane. Cine vrea să se joace cu genul acesta de infern?

Mult mai bine ar fi, cred, să recunoști natura esențială a copierii de-a lungul generațiilor succesive, atât a genelor cât și a *memelor* (a „genelor“ culturale, *n.t.*). Richard Dawkins a formulat limpede aceste relații de copiere, în *The Selfish Gene*, același lucru făcându-l și prietenul meu, viitorologul Thomas F. Mandel, adresându-se prietenilor din *cyberspace* în timpul confruntării cu șansele din ce în ce mai reduse de a supraviețui cancerului pulmonar:

> Ca să fiu sincer, am un alt motiv pentru care deschid acest subiect, unul care a însoțit aproape tot ce am făcut în cele cinci luni de când mi-a fost diagnosticat cancerul.
> Mi-am dat seama, ca oricare altul, că eul meu fizic nu va supraviețui veșnic și mi-am închipuit că voi avea mai puțin timp decât ne dau statisticile. Dar dacă i-aș putea ajunge și atinge pe toți cei pe care îi știam conectați la rețea... aș putea desprinde părți din eul meu virtual și din *memele*

> ce-l caracterizează pe Tom Mandel, iar astfel, după ce corpul îmi va fi murit, n-ar trebui să dispar cu adevărat... Părți mari din mine ar rămâne tot aici, făcând parte din acest nou spațiu.
> Nu e o idee originală, dar ce contează! Merită încercat și poate că într-o zi cineva o să poată reasambla toate piesele într-un fel de progra-Mandel, iar eu voi putea fi arogant și încăpățânat, afectuos și plin de compasiune și orice altceva vi se pare tuturor că sunt.*

Schemele ad-hoc de IA ar putea, de asemenea, să producă roboți inteligenți.* Dar, cu ajutorul principiilor din neuroștiințe, cred că putem construi un computer care vorbește ca un om, care ne este tot așa de drag ca și animalele noastre de casă, gândește în metafore și manevrează multiple niveluri de abstracție.

O primă creatură asemănătoare funcțional omului ar trebui cel puțin să raționeze, să gândească în categorii și să înțeleagă vorbirea. Chiar și această primă creatură va fi, cred, vizibil „conștientă" și probabil tot atât de egocentrică pe cât suntem și noi. Nu mă refer la aspectele banale ale conștiinței precum starea de conștiență, starea de veghe, sensibilitatea și excitabilitatea. Nu mă refer la faptul că va fi conștientă de sine, lucru care pare nesemnificativ. Conștiința egocentrică va fi, cred, ușor de dobândit; mai greu va fi ca aceasta să contribuie la inteligență.

Mi se pare că generațiile următoare de creaturi asemănătoare funcțional omului vor ajunge să dobândească aspecte ale inteligenței conștiente, precum controlul atenției, repetiția mentală, producerea de limbaj ghidată de sintaxă, abstractizarea, reprezentarea, activitatea subconștientă, planificarea de tip „ce se întâmplă

dacă", luarea deciziilor strategice — și în special poveștile pe care noi, oamenii, ni le spunem nouă înșine când suntem treji sau când visăm.

Deși folosind principii într-un mod aproape analog celor utilizate în creierele noastre, o ființă asemănătoare nouă funcțional va fi foarte atent proiectată astfel încât să poată fi reprogramată dacă apar probleme. Deja pot vedea un mod de proiectare a acestora folosind acele elemente esențiale darwiniste și structurile de conexiuni corticale ce conduc la dispunerile triunghiulare, iar astfel la competițiile de copiere hexagonală între variante și hibrizi. În măsura în care asemenea funcții pot opera mult mai repede decât o fac la scara milisecundelor, proprie creierelor noastre, vom asista la apariția unei variante a capacităților „supraumane" la ființele funcțional asemănătoare nouă. Dacă acestea sunt în stare să dobândească noi niveluri de organizare (meta-metafore!) ar putea atinge gradul de la care să-i învețe pe oameni să facă același pas.

Extrapolarea direcțiilor existente în tehnologia calculatoarelor, IA, plus înțelegerea neuropsihologică și neurofiziologică a creierelor umane reprezintă însă partea ușoară. Rafinarea înțelepciunii dincolo de cunoaștere durează, desigur, mult mai mult decât rafinarea cunoașterii dincolo de date. Și există cel puțin trei aspecte dificile.

Lumea viitorului va fi o luptă și mai istovitoare împotriva limitelor inteligenței noastre, și nu un confortabil hamac în care să stăm lungiți așteptând să fim serviți de sclavii noștri roboți.

NORBERT WIENER, 1950*

Un aspect dificil va fi asigurarea că o inteligență supraumană se potrivește ecosistemului speciilor animale; cum o facem și noi. Mai ales noi. Aceasta deoarece concurența este foarte puternică între speciile înrudite îndeaproape — motiv pentru care nici unul dintre verii noștri, australopitecul și *homo erectus*, nu mai există, motiv pentru care doar două specii de antropoide omnivore au supraviețuit. (Celelalte antropoide sunt vegetariene, cu intestine foarte lungi pentru extragerea puținelor calorii din tot acel volum imens de hrană.) Strămoșii noștri cei mai apropiați au eliminat probabil celelalte specii antropoide și hominide concurente, dacă n-a făcut-o schimbarea de climă.

„A ține cont de orice element, cât de mic", spune specialistul în mediu Aldo Leopold în 1948, „este prima măsură de precauție a creației tehnice inteligente".* Introducerea unei noi specii puternice în ecosistem nu poate fi tratată cu ușurință.

Când progresele automatizării apar treptat, astfel încât nimeni nu moare de foame, ele sunt adesea prielnice. Cu toții obișnuiau să-și adune sau să vâneze propria hrană, dar tehnologiile agricole au redus treptat procentul populației care cultivă pământul la trei procente în țările industrializate. Lucru care a permis multor oameni să-și consume timpul în alte scopuri. Raporturile relative dintre aceste ocupații se modifică de-a lungul timpului, cum se întâmplă, de pildă, în ultimele decenii, când se trece de la activitățile manufacturiere la servicii. Cu un secol în urmă, cele două mari grupuri ocupaționale în țările dezvoltate erau lucrătorii agricoli și servitorii domestici. Acum ei reprezintă un procent mic din total.*

Pe de altă parte, creaturile asemănătoare nouă funcțional vor înlocui mulți muncitori calificați; cei slab instruiți sau cu o inteligență sub medie vor avea perspective chiar mai sumbre decât au acum. Dar ar putea exista anumite avantaje importante pentru oameni: imaginează-ți o mașină-pedagog supraumană ca asistent al profesorului, unul care ar putea susține conversații reale cu studenții, niciodată plictisit de exerciții, întotdeauna amintindu-și să ofere variația necesară pentru a ține treaz interesul studenților, care ar putea adapta ofertele sale conform nevoilor particulare ale studentului și ar putea detecta imediat semnele unor tulburări de dezvoltare precum dislexia sau incapacitatea de concentrare a atenției.

Supraoamenii de siliciu ar putea recurge la înzestrările lor pentru instruirea generației următoare de supraoameni, formând unii încă și mai deștepți doar prin variație și selecție: la urma urmei, elevii lor de siliciu străluciți ar putea fi clonați. Fiecare clonă ar fi educată ulterior cumva diferit. Cu experiențe diferite, unii ar putea dobândi particularități dezirabile — valori precum sociabilitatea sau preocuparea pentru bunăstarea umană. Din nou, putem selecta „cel mai bun“ elev pentru clonare. De vreme ce copierea include toate amintirile de până acum (acesta e celălalt avantaj al inteligenței *in silico*, pe lângă posibilitatea reîncărcării programului în memorie: poți include capacități reprogramate, pentru a fi utilizate în clonare), experiența ar fi cumulativă și cu adevărat lamarckistă: urmașul n-ar mai trebui să repete greșelile părintelui.

Valorile sunt un al doilea aspect dificil: acordul asupra lor și introducerea lor *in silico*.

Creaturile asemănătoare nouă funcțional din prima generație vor fi la fel de amorale ca și animalele de casă sau bebelușii — având doar inteligență primară și capacitate de limbaj. Ele nici măcar nu s-ar apropia de calitățile moștenite ale animalelor de casă ce ne asigură securitatea când sunt în preajma noastră. Noi tindem să fim tratați de către animalele preferate fie drept mama lor (în cazul pisicilor), fie drept șeful haitei (în cazul câinilor); ele ne respectă. Această confuzie cognitivă din partea lor ne permite să profităm de comportamentele lor sociale înnăscute. Vom dori, probabil, ceva similar în cazul mașinilor noastre inteligente, dar, pentru că ele vor avea o capacitate de a înșela mult mai mare decât au animalele noastre de casă, vom dori probabil adevărate dispozitive de securitate — ceva mult mai complicat decât botnițe, lese și garduri.

Cum putem asigura o securitate atât de abstractă ca „Legile Roboticii“ ale lui Isaac Asimov? Presupun că vor fi necesare o mulțime de clonări ale elevului eminent, un proces asemănător domesticirii câinelui. Această evoluție treptată de-a lungul multor generații supraumane ar putea substitui în parte moștenirea biologică de la naștere, minimalizând poate orice tendințe sociopatice posibile în supraoamenii de siliciu și limitând comportamentele lor riscante.

Dacă am dreptate, va fi nevoie de multe zeci de ani pentru a ajunge de la inteligența primară (a acelei prime generații de creaturi asemănătoare nouă funcțional) la supraoamenii ce prezintă siguranță fără necesitatea supravegherii permanente. Modelele mai timpurii

ar putea fi istețe și vorbărețe fără a fi prudente sau înțelepte — o combinație foarte riscantă, potențial sociopată. Ele ar avea capacitățile superioare, dar fără suportul asigurat de etapele capacităților intermediare verificate în procesul de evoluție.

Explică trecutul, diagnostichează prezentul, prevestește viitorul.

HIPOCRATE DIN COS (460–377 î.Cr.),
sfat către medici

Al treilea aspect dificil îl constituie temperarea reacțiilor umanității la provocarea percepută. O reacție exagerată a sistemului tău imunitar la un antigen te poate paraliza prin alergii și boli autoimune (te poate chiar omorî prin șoc anafilactic); la fel, reacțiile umane la supraoamenii de siliciu pot produce mari tensiuni în civilizația noastră actuală. Odată ce asemenea creaturi ar juca un rol semnificativ în economie, o reacție puternică ar putea distruge sistemul ce permite țăranilor să hrănească celelalte 97 de procente de populație. Și reamintiți-vă că foametea ucide nu din lipsa unei producții suficiente de hrană, ci datorită căderii sistemului de distribuție.

Însă ludiții și sabotorii secolului XXI vor fi ajutați de anumite trăsături fundamentale ale etologiei umane — cele ce au jucat un oarecare rol în Europa secolului XIX. Grupurile încearcă să se distingă unele de altele, în ciuda binefacerilor unui limbaj comun, cele mai multe triburi din istorie au amplificat diferențele lingvistice față de vecinii lor, astfel încât să distingă prietenul de dușman. Poți fi sigur că testul Turing

va deveni o obișnuință, oamenii utilizându-l pentru a ști dacă la celălalt capăt al firului telefonic se află un om adevărat. Mașinilor li s-ar putea cere să vorbească cu o voce specifică pentru a calma această teamă de confuzie, dar nu va fi de ajuns pentru a preîntâmpina tensiunile de tip „noi și ei".

De asemenea, roboților și supraoamenilor li s-ar putea restrânge câmpul ocupațiilor accesibile. Pătrunderea lor în alte domenii ar putea fi subiectul unui proces de evaluare care să testeze cu grijă un model nou pe un eșantion al societății umane reale. Când potențialul efectelor secundare grave este atât de mare, iar ritmul de introducere, potențial, rapid, am fi bine sfătuiți să adoptăm proceduri de verificare similare celor utilizate de U. S. Food and Drug Administration — F.D.A. (Administrația pentru Hrană și Medicamente a S.U.A., *n. t.*) pentru testarea eficacității, siguranței și efectelor secundare ale noilor medicamente și instrumente medicale. Aceasta nu ar încetini prea tare dezvoltarea noilor tehnologii, ci ar încetini utilizarea lor pe scară largă și ar permite retragerea lor înaintea instalării unei dependențe prea mari. Creaturilor li s-ar putea permite accesul doar la o sferă limitată de interacțiuni, ar putea necesita o autorizare expresă pentru a avea voie să utilizeze Internetul sau rețelele telefonice. Ar putea exista regula unei zile întârziere pentru distribuirea produselor supraoamenilor ce au doar autorizație de începător, pentru a risipi unele din riscurile „programului comercial". Pentru unele ființe artificiale fără experiență, am putea cere producerea unor echivalenți ai virușilor cu risc biologic uman mortal.

Căutarea adevărului este o hăituială. Este, efectiv, o vânătoare, o cucerire. Există acel moment exemplar în Cartea a IV-a a Republicii când Socrate și însoțitorii lui încolțesc în discurs un adevăr abstract. Ei chiuie, ca vânătorii care au scos vânatul din vizuină, înconjurându-l... [Chiar dacă satisfăcuți din punct de vedere științific], undeva, într-un anumit moment, un singur om sau un grup de oameni dependenți de drogul gândirii absolute, vor căuta să creeze un țesut organic, să determine natura eredității, să producă camera cu ceață pentru urmele cuarcilor. Nu pentru glorie, nu pentru binele speciei umane, nu în numele justiției sociale sau al profitului, ci din cauza unui impuls mai puternic decât dragostea, mai puternic chiar decât ura, care este acela de a fi captivat de ceva. De dragul înseși naturii lui enigmatice. Pentru că acel ceva există.

GEORGE STEINER, 1978

Aceste considerații dau naștere întrebării: „Care este, de fapt, scopul societății noastre?“ Să scoată din oameni „tot ceea ce au ei mai bun“ prin înlăturarea defectelor și optimizarea educației? Sau să realizeze computere mai bune decât oamenii? Poate că le putem face pe amândouă (ca în cazul acelor asistenți universitari), dar în timpul goanei noastre nebune de a produce supraoameni — o formă majoră de creație tehnică — trebuie să protejăm umanitatea.

Pe de altă parte, modurile în care putem introduce măsuri de precauție sunt limitate de diferite impulsuri care ne conduc spre această tranziție a inteligenței:

- Curiozitatea este motivația mea principală — cum apare inteligența? — și, cu siguranță, a multor altor specialiști în calculatoare. Dar chiar în cazul în care curiozitatea

stârnită de simpla existență a unui fenomen ar fi cumva împiedicată (cum au încercat diverse religii), alte impulsuri ne-ar conduce în aceeași direcție.

- Versiunea tehnologică a efectului Reginei Roșii. Dacă nu îmbunătățim noi tehnologia, altcineva o va face. Istoric, pierderea curselor tehnologice a însemnat adesea condamnarea la asimilare (sau eliminare) de către concurență — și asta pe scara națiunilor, nu doar a micilor comunități. Date fiind acele curbe de creștere prin dublare la fiecare optsprezece luni a vitezei și a megabiților calculatoarelor digitale, înregistrate în ultimele câteva decenii, probabil că restul lumii nu va încetini ritmul, chiar dacă majoritatea va decide asta. Cum se spune în biotehnologie: „Tot o vor face, dar departe de ochii lumii."
- Amenințările serioase ale mediului la adresa civilizației reclamă dezvoltarea unor resurse imense de calcul: clima noastră poate „schimba viteza" în doar câțiva ani în cazul apariției unor redistribuiri ale curenților oceanici. O asemenea modificare bruscă acum (și încălzirea globală pare să confirme probabilitatea unei asemenea modificări) ar declanșa al treilea război mondial, la fel cum toți (nu doar europenii) s-au luptat pentru Lebensraum. Pentru propria noastră supraviețuire, este imperios necesar să învățăm cum să întârziem aceste schimbări climatice. Marile computere necesare modelării climei globale sunt foarte asemănătoare cu ceea ce ar fi necesar pentru simularea proceselor din creier.

Nu văd moduri realiste de a câștiga timp pentru a face această tranziție la supraoameni într-un ritm mai lent. Astfel, problemele mașinilor superinteligente pur și simplu vor trebui abordate frontal în următoarele decenii și nu amânate în vreun fel prin încetinirea progresului tehnologic.

Civilizația noastră, bineînțeles, va „face pe Dumnezeul“, în adevăratul sens al cuvântului: dezvoltând o inteligență mai mare decât există actualmente pe pământ.* Suntem îndreptățiți să ne considerăm un creator atent, cunoscător al lumii și naturii sale fragile, sensibil la nevoia de condiții stabile care să prevină repetarea greșelilor — și astfel să evite prăbușirea acelui castel de cărți pe care noi îl numim civilizație.

Cu doar două secole în urmă puteam explica, orice despre orice doar pe baza rațiunii pure, iar acum mare parte din acea structură elaborată și armonioasă se năruie sub ochii noștri. Suntem împietriți... Am descoperit cum să punem întrebări importante și acum realmente avem urgent nevoie de niște răspunsuri. Acum știm că nu le mai putem obține prin cercetarea minților noastre, pentru că nu există prea mult de cercetat și nici nu putem găsi adevărul ghicindu-l sau inventând povești pentru noi înșine. Nu ne putem opri unde suntem, blocați la nivelul de astăzi de înțelegere, nici nu ne putem întoarce. Nu cred că am avea într-adevăr de făcut vreo alegere aici, ci văd doar un singur drum: înainte. Avem nevoie de știință, de o știință mai completă și mai bună, nu pentru tehnologia ei, nu pentru timpul liber, nici măcar pentru sănătate și longevitate, ci în speranța înțelepciunii pe care tipul nostru de cultură trebuie s-o dobândească pentru propria supraviețuire.

LEWIS THOMAS, 1979*

Note

1. CE-I DE FĂCUT

9 Sören Kierkegaard, *Collected Works* (1843/1901).

9 Sue Savage-Rumbaugh și Roger Lewin, *Kanzi: The Ape at the Brink of the Human Mind* (Wiley, 1994), p. 255.

10 Antonio Damasio, Daniel Tranel, „Nouns and verbs are retrieved with differently distribute neural systems", *Proceeding of the National Academy of Sciences* (U.S.A.) 90:4757–4760 (1993).

10 Cercetătorii inteligenţei evită conştiinţa: dintre toţi autorii cărţii *Handbook of Human Intelligence* (editor R. J. Sternberg, Cambridge University Press, 1982) numai unul menţionează în trecere conştiinţa.

13 Povestea lui La Mettrie și Descartes din Claudio Pogliano, „Between form and function: a new science of man" în *The Enchanted Loom: Chapters in the History of Neuroscience*, editată de Piedro Corsi (Oxford University Press, 1991), pp. 144–157, la p. 145.

15 Ideile lui William James din 1870 menţionate în Ro-bert J. Richards, *Darwin and the Emergence of Evolutionary Theories of Mind and Behaviour* (University of Chicago Press, 1987), pp. 433 f. f.

17 Cimpanzeii pigmei sau bonobii pot fi văzuţi în câteva dintre grădinile zoologice din San Diego, Cincinnati, Washington D.C., Frankfurt, Hanovra și Anvers. În libertate, ei trăiesc doar într-o mică regiune de pădure mlăștinoasă de la

ecuator, la 21–22° longitudine est, în bazinul râului Congo din Zair. N-au o rezervație naturală și sunt o specie pe cale de dispariție, în ciuda faptului că sunt rudele noastre cele mai apropiate din punct de vedere comportamental. Vezi capitolul 4 din Savage-Rumbaugh și Lewin (1994) și Frans B.M. de Vaal, „Bonobo sex and society", *Scientific American 272* (4): 82–88 (martie 1995). Vezi pagina web **http://weber.u.washington.edu/~wcalvin/bo-nobo.html**

2. ELABORAREA UNEI PRESUPUNERI CORECTE

20 James L. Gould și Carol Grand Gould, *The Animal Mind* (Scientific American Library, 1994), pp. 68–70.

21 T. Edward Reed, Arthur R. Jensen, „Conduction velocity in a brain new pathway of normal adults correlates with intelligence level", *Intelligence* 16:14 (1992).

22 Un rezumat bun despre IQ și diferențele lui rasiale într-un articol semnat de o mulțime de cercetători de marcă ce poate fi găsit (oriunde) în *Wall Street Journal*, p. A18 (13 decembrie 1994). Vezi articolul lui Earl Hunt, „The role of intelligence in modern society", *American Scientist* 83:356–368 (iulie–august 1995).

25 Barbara L. Finlay și Richard B. Darlington argumentează în „Linked regularities in the development and evolution of mammalian brains", *Science* 268: 1578–1584 (16 iunie 1995) că dacă un strămoș uman era selectat pentru *orice capacitate non-olfactivă* care ar fi necesitat mai mult spațiu cerebral, atunci spațiul cerebral al tuturor celorlalte capacități ar fi crescut în paralel.

25 A. J. Rockel, R. W. Hiorns, T. P. S. Powel, „The basic uniformity in structure of the neocortex", *Brain* 103:221–244 (1980).

26 Bertrand Russell, *Philosophy* (Norton, 1927).

27 Vezi ultimul capitol din Jean Piaget, *The Origins of Intelligence in Children* (traducere după *La naissance de l'intelligence chez l'enfant,* 1923).

27 H. B. Barlow în *Oxford Companion to the Mind* (1987). Vezi, de asemenea, Haneef A. Fatmi și R. Q. Young, „A definition of intelligence", *Nature* 228:97 (1970): „Inteligența este acea facultate a minții prin care este sesizată o ordine acolo unde înainte nu se considera că există." Remarcați cât de aproape este de definiția dată de matematicieni *haosului* (găsirea ordinii într-un aparent aleatoriu).

27 Liniștirea copiilor: Sandra E. Trehub, University of Toronto, discuție personală (1995).

28 Donald N. Michael, „Forecasting and planning in an incoherent context", *Technological Forecasting and Social Change* 36:79–87 (1989).

30 Frans de Waal, *Peacemaking Among Primates* (Harvard University Press, 1989).

30 Gould și Gould (1994), p. 149.

30 „... a scăpa de cătușele instinctului..." este din Gould și Gould (1994), p. 70.

31 J. P. Guilford, „Traits of creativity", în *Creativity and Its Cultivation* editat de H. H. Anderson (Harper, 1959), pp. 142–161.

31 Înțelegerea de către cimpanzei a cererilor exprimate prin rostire vs simboluri: casetele video din 1993 cuprinzând cercetările lui Sue Savage-Rumbaugh se ocupă de aceste probleme. Pelicula se găsește în editările ușor disponibile BBC și NOVA ale producției originale NHK, intitulate de obicei *Kanzi.* Cercetătorii mai dețin o bandă particulară cu tehnicile și rezultatele negative.

33 Stanley Coren, *The Intelligence of Dogs: Canine Consciousness and Capabilities* (Free Press, 1994), pp. 114–115.

33 Richard Byrne, Andrew Whiten, editori. *Machiavellian Intelligence: Social Expertise and the Evolution of Intellect*

in Monkeys, Apes and Humans (Oxford University Press, 1988).

35 Kenneth J. W. Craik, *The Nature of Explanation* (Cambridge University Press, 1943).

36 Păsări și șoimi: vezi Irenäus Eibl-Eibesfeldt, *Ethology* (Holt, Rinehart W. Winston, 1975), pp. 87–88.

37 Elemente aleatorii în muzică: Brian Eno, discuție personală (1995). Senzațiile haotice nu semnalizează pericol, dar sunt percepute în mod eronat ca fiind dureroase: William Calvin, *The Throwing Madonna* (McGraw-Hill, 1983). Poate obișnuindu-se cu muzica heavy metal, suferinzii de scleroză multiplă și membru-fantomă și-ar putea îndrăgi și propriile lor senzații haotice! Sau cel puțin nu le-ar mai considera amenințătoare.

38 Loren Eiseley, *The Star Thrower* (Times Books, 1978).

39 Neotenia este discutată de Stephen Jay Gould, *Ontogeny and Phylogeny* (Harvard University Press, 1977), pp. 177 ff.; Barry Bogin, *Patterns of Human Growth* (Cambridge University Press, 1988), p. 71; Ashley Montagu, *Growing Young* (McGraw-Hill, 1981); și F. Harvey Pough, John B. Heiser și William N. McFarland, *Vertebrate Life*, ediția a III-a (Macmillian, 1989), p. 69. Asemenea schimbări de direcție în domesticire sunt remarcate de Coren (1994), pp. 37–41.

39 Pentru povestea maimuțelor japoneze vezi capitolul 3 din cartea mea de eseuri, *The Throwing Madonna* (McGraw-Hill, 1983).

40 Patricia S. Goldman-Rakic, „Working memory and the mind“, *Scientific American* 267(3): 73–79 (septembrie 1992).

41 Povestea călătoriei albinei este în Gould și Gould (1994).

41 Jacob Bronowski, *The Origins of Knowledge and Imagination* (Yale University Press, 1978, transcriere a unor conferințe din 1967), p. 33.

42 „Vânător punând la cale diferite moduri de apropiere...“ Mare parte din vânătoarea carnivorelor este determina-

tă de anumite comportamente înnăscute simple, precum „încercuirea prăzii" (câinii care mână animalele urmează aceeași tendință înnăscută), în mod evident, pisicile mari nu înțeleg anumite reguli precum „nu sta în bătaia vântului" și își pot speria prada într-un mod pe care vânătorii umani îl pot evita. Vezi Coren (1994).

42 „Viitorolog învârtind trei scenarii", vezi Peter Schwartz, *The Art of the Long View* (Doubleday, 1991), sau articolul lui Joel Garreau despre Rețeaua Globală a Afacerior din revista *Wired* 2.11 (noiembrie 1994).

44 Pe vremea riglelor de calcul, studenții erau de fapt învățați să ghicească răspunsul înainte să-și miște rigla. Aceasta pentru că riglele de calcul nu-ți dau nivelul magnitudinii: 2 044 de pe gradație trebuie încă interpretat ca 0,2; 20; 204 ș.a. Astfel studentul trebuia să vadă ecuația și să ghicească dacă răspunsul era de zeci, sute sau mii. Apariția calculatoarelor de buzunar a eliminat necesitatea acestui procedeu, dar el rămâne cel mai bun mod de detectare a erorilor. O variantă modernă este estimarea mentală a prețurilor în călătoriile în străinătate pe baza ratei de schimb.

45 Gould și Gould (1994), p. 163.

3. VISUL DE MĂRIRE AL PORTARULUI

46 Daniel C. Dennett, *Consciousness Explained* (Little, Brown, 1991), pp. 21–22.

47 Owen Flanagan, *Consciousness Reconsidererd* (MIT Press, 1992). Noii mistici cred că fenomenele naturale din creier pot da seama de conștiință, dar că subiectul va rămâne întotdeauna un mister pentru că ne este inaccesibil cognitiv; alte inteligențe mai mari pot fi capabile să-l înțeleagă, dar nu noi, simplii muritori. Situarea conștiinței, după cum fac unii, într-un câmp cuantic pe care noi îl cunoaștem drept voință liberă și „minte" nu înseamnă decât înlocuirea unui mister cu altul; nu există elemente ale acestei explicații pe care să le

putem recombina pentru a prevedea majoritatea fenomenelor (inclusiv greșelile caracteristice) experienței conștiente.

48 Excepție notabilă: John C. Eccles, *How the Self Controls Its Brain* (Springer-Verlag, 1994).

49 William H. Calvin, *The Cerebral Symphony: Seashore Reflections on the Structure of Consciousness* (Bantam, 1989).

50 Paul M. Churchland, *The Engine of Reason, the Seat of the Soul* (MIT Press, 1995).

51 Francis Crick și Christof Koch, „The problem of consciousness“, *Scientific American:* 267(3): 152–159 (septembrie 1992).

51 Francis Crick, *The Astonishing Hypothesis* (Simon &. Schuster, 1994).

54 E. H. Gombrich, *Art and Illusion: A Study in the Psychology of Pictorial Representation* (Princeton University Press, 1960), p. 172.

55 A. N. Meltzoff, M. K. Moore, „Imitation of facial and manual gestures by human neonates“, *Science* 198 75–78 (1977). Există, desigur, argumente conform cărora o parte din ceea ce pare imitare este de fapt *eliberare* stimulată a unci structuri înnăscute de mișcare, de exemplu, la R. W. Byrne, „The evolution of intelligence“, în *Behaviour and Evolution*, editat de P. J. B. Slater și T. R. Halliday (Cambridge University Press, 1994), pp. 223–265.

55 Elisabeta Visalberghi, M. C. Riviello, A. Blasetti, „Mirror responses in tufed capuchin monkeys (Cebus apella)“, *Monitore Zoologica Italiano* 22: 487–556 (1988).

57 Douglas R. Hofstadter, *Metamagical Themas* (Basic Books, 1985), p. 787.

58 Stabilitate stratificată, vezi Jacob Bronowski, *The Origins of Knowledge and Imagination* (Yale University Press, 1978, transcriere a conferințelor din 1967), p. 33.

64 William James, *Talks to Teachers on Psychology and to Students on some of Life's Ideals* (H. Hoit, 1899), p. 159.

65 Gilbert Ryle, *The Concept of Mind* (Hutchinson, 1949).

68 Pregătirea pentru mişcare ca scop al senzaţiei a fost multă vreme o temă a gândirii neurofiziologice: vezi Marc Jennerod, *The Brain Machine: The Development of Neurophysiological Thought* (Harvard University Press, 1985; traducere din *Le cerveau — machine: physiologie de la volonté*, 1983).

71 Derek Bickerton, *Language and Species* (University of Chicago Press, 1990), p. 86.

4. EVOLUŢIA ANIMALELOR INTELIGENTE

72 Sue Savage-Rumbaugh şi Roger Lewin, *Kanzi: The Ape at the Brink of the Human Mind* (Wiley, 1994), p. 260.

73 Cea mai apropiată şi cea mai îndepărtată cauză, vezi Ernst Mayr, *The Growth of Biological Thought* (Harvard University Press, 1982).

74 Donald R. Griffin, *Animal Thinking* (Harvard University Press, 1984).

76 Cartea lui Nicholas Humphrey, *The Inner Eye* (Faber and Faber, 1986) este o bună expunere a rolului vieţii sociale în dezvoltarea inteligenţei.

77 Birute M. F. Galdikas, *Reflections on the Eden: My Years with the Orangutans of Borneo* (Little, Brown, 1995).

78 Selecţia sexuală a capacităţilor limbajului, vezi William H. Calvin, „The unitary hypotesis: a common neural circuity for novei manipulations, language, plan-ahead, and throwing?" în *Tools, Language and Cognition in Human Evolution*, editat de Kathleen R. Gibson şi Tim Ingold (Cambridge, University Press, 1993), pp. 230–250. Pe web la **http://weber.u. washington.edu/-wcalvin /unitary.html**

79 Nicholas Humphrey, *Consciousness Regained* (Oxford University Press, 1984), capitolul 2.

79 William H. Calvin, *The Ascent of Mind: Ice Age Climates and the Evolution of Intelligence* (Bantam, 1990), capitolul 5.

81 John Eliot Allen și Marjorie Burns, *Cataclysms on the Columbia* (Portland : Timber Press, 1986).

83 Michael H. Field, Brian Huntley, Helmut Müller,„Eemian climate fluctuations observed in a European pollen record", *Nature* 371: 779–783 (27 octombrie 1994).

83 Wallace S. Broecker, „Massive iceberg discharges as triggers for global climate change", *Nature* 372: 421–424 (1 decembrie 1994) și al său „Chaotic climate", *Scientific American* 273 (5); 62–69 (noiembrie 1995).

83 W. Dansgaard, S. J. Johnsen, H. B. Clausen, D. Dahl-Jensen, N. S. Gundestrup, C. U. Hammer, C. S. Hvidberg, J. P. Steffensen, A . E. Svein Bjornsdottir, J. Jouzel, G. Bond, „Evidence for general instability of past climate from a 250 — kyr ice-core record", *Nature* 364: 218–221 (15 iulie 1993).

84 W. Dansgaard, W. J. C. White, S. J. Johnson, „ The abrupt termination of the Younger Dryas climate event", *Nature* 339: 532–535 (15 iulie 1989).

85 Richard J. Behl, James P. Kennett, „Brief interstadial events in the Santa Barbara basin, N.E. Pacific during the past 60 kyr", *Nature* 379: 243–246.

85 Datarea începutului erei glaciare acum 2,51 milioane de ani este făcută de H. J. Shackleton, J. Backman, H. Zimmerman, D. V. Kent, M. A. Hall, D. G. Roberts, D. Schnitker, J. G. Baldauf, A. Desprairies, R. Homrighausen, P. Huddlestun, J. B. Keeno, A. J. Kaltenback, K. A. O. Krumsiek, A. C. Morton, J. W. Murray și J. Westberg-Smith, „Oxygen isotope calibration of the onset of ice-rafting and history of glaciation in the North Atlantic region", *Nature* 307: 620–623 (1984).

86 Pentru ritmurile glaciare astronomice datorate modificării însoririi latitudinilor înalte, vezi John Imbrie și Katherine P. Imbrio, *Ice Ages* (Harvard University Press, 1986).

90 Steven Pinker, *The Language Instinct* (Morrow, 1994), p. 363.

92 Gordon H. Bower, Daniel G. Morrow, „Mental models in narrative comprehension“, *Science* 247: 44–48 (1990).

92 Sven Birkerts, *The Gutenberg Elegies: The Fate of Reading in an Electronic Age* (Faber and Faber, 1994), p. 84.

5. SINTAXA — UN FUNDAMENT AL INTELIGENȚEI

93 Derek Bickerton, *Language and Species* (University of Chicago Press, 1990), p. 157.

94 Oliver Sacks, *Seeing Voices* (University of California Press, 1989), pp. 40–44.

96 Patricia K. Kuhl, Karen A. Williams, Francisco Lacerda, Kenneth N. Stevens, Bjorn Lindblom, „Linguistic experience alter phonetic perception in infants by 6 month of age“ , *Science* 255: 606–608 (31 ianuarie 1992).

96 Pentru vocalizările maimuțelor de savane, vezi Robert M. Seyfarth, „Vocal communication and its relation to language“, în *Primate Societies* editat de Barbara M. Smuts et al. (University of Chicago Press, 1986), pp. 440–451.

98 Dansul albinei ca limbaj: compară James L. Gould și Carol Grand Gould, *The Animal Mind* (*Scientific American Library,* 1994) cu Adrian M. Wenner, D. Meade și L. J. Friesen, „Recruitment, search behaviour, and flight ranges of honey bees“, *American Zoologist* 31 (6): 768–782 (1991).

98 Bickerton (1990), extras la pp. 15–16.

99 Stanley Coren, *The Intelligence of Dogs: Canine Consciousness and Capabilities* (Free Press, 1994), pp. 114–115.

99 E. Sue Savage-Rumbaugh, Jeannine Murphy, Rose A. Sevcik, Karen E. Brakke, Shelley L. Williams și Duane Rumbaugh, *Language Comprehension in Ape and Child* (University of Chicago Press, 1993). Monografii ale Societății de cercetare a dezvoltării copilului 58 (3).

100 Sue Savage-Rumbaugh și Roger Lewin, *Kanzi: The Ape at the Brink of the Human Mind* (Wiley, 1994), p. 60.

102 Ray Jackendoff, *Patterns in the Mind: Language and Human Nature* (Basic Books, 1994), p. 138.

102 „Inventarea regulilor la bonobi...", vezi Savage-Rumbaugh și Lewin (1994), p. 162.

103 Jackendoff (1994), p. 14.

106 Duane M. Rumbaugh, discuție personală (1995).

108 Dificultățile imigranților au fost studiate de Jacqueline S. Jahnson și Elissa L. Newport, „Critical period effects in second language learning: the influence of maturational state on the language learning: the influence of maturational state on the acquisition of English as a second language", *Cognitive Psychology* 21: 60–99 (1989).

110 Bickerton (1990), pp. 55–56.

111 Bickerton (1990), pp. 60–61.

112 Bickerton (1990), p. 66.

113 Problema înțelegerii animale, vezi Savage-Rumbaugh et al. (1993).

114 Savage-Rumbaugh și Lewin (1994), p. 174.

128 Kathryn Morton, „The story-telling animal", *New York Times Book Review*, pp. 1–2 (23 decembrie 1984).

129 Savage-Rumbaugh și Lewin (1994), p. 264.

129 Bickerton (1990), p. 257.

6. EVOLUȚIA DIN ZBOR

130 John Stewart Mill, *Auguste Comte and Positivism* (1865).

132 Regrupare: Herbert A. Simon, *Models of Thought* (Yale University Press, 1979), p. 41.

132 George A. Miller, „The Magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for procesing information", *Psychological Reviews* 63: 81–97 (1956).

133 Regruparea și întinderea memoriei de scurtă durată, vezi Philip Lieberman, *Uniquely Human: The Evolution of Speech, Thought and Selfes Behaviour* (Harvard University Press, 1991), p. 82.

135 Charles Darwin, *The Origin of Species* (John Murray, 1859), p. 137.

138 Formularea comenzii este și ea o mișcare balistică. Exact aceleași probleme de conexiune inversă lentă apar și în cazul vorbirii, pentru multe cuvinte scurte: nu poți modifica sfârșitul cuvântului dacă limba declanșează prima silabă. Cuvintele pot și ele să fie balistice când sunt turuite în loc să fie rostite ritmic. Bucla conexiunii inverse de la proprioceptorii buzei este de circa 70 milisecunde.

139 În esență, fanta de lansare este gradul permis de eroare pentru momentul de vârf al vitezei unghiulare (după aceea proiectilul tinde să zboare, scăpând din strânsoarea mâinii).

139 „Poți reduce media", în sensul de medie pe ansamblu, nu media timpului obișnuit. „Atâta timp cât fiecare își face treaba lui și propriile greșeli" înseamnă că atâta vreme cât instabilitatea fiecărui neuron este statistic independentă de a celorlalți, este o sursă aleatoare independentă. Ne învârtim pe marginea a ceea ce e cunoscut drept legea numerelor mari: vezi, de exemplu, William H. Calvin, „A stone's throw and its launch window: timing precision and its implications for language and hominid brains", *Journal of Theoretical Biology* 104: 121–135 (1983). Cartea mea ulterioară *The Ascent of Mind* (1990) conține un set de argumente mai recente pentru ipoteza din ultimele capitole.

141 Charles Darwin, *The Expression of the Emotions in Man and Animals* (John Murray, 1872). Citată la p. 177 în *The Darwin Reader*, editată de Mark Ridley (Norton, 1987).

143 „Prefrontal" este un termen nefericit. Foarte pe scurt, se referă la partea lobului frontal din fața cortexului premotor, adică lobul frontal premotor.

143 Paul J. Eslinger, Antonio R. Damasio, „Severe disturbance of higher cognition after bilateral frontal lobe ablation: patient E. V. R.“, *Neurology* 35: 1731–1741 (1985). Pentru o discuție mai mare, vezi cartea lui Damasio, *Descartes' Error* (Putnam's, 1995).

144 Doreen Kimura, „Sex differences in the brain“, *Scientific American* 267 (3): 118–125 (septembrie 1992).

144 George A. Ojemann, „Electrical stimulation and the neurobiology of language“, *Behavioral and Brain Sciences:* 221–226 (1983). Vezi și William H. Calvin și George A. Ojemann, *Conversations with Neil's Brain: The Neural Nature of Thought and Language* (Addison-Wesley, 1994).

146 Robert Frost, în *Selected Prose of Robert Frost*, editat de H. Cox și E. C. Lathem (Collier, 1986), pp. 33–46.

147 Extras din traducerea engleză a articolului „La bustina di Minerva“ al lui Umberto Eco, din săptămânalul italian *Espresso* (septembrie 30, 1994).

147 Kenneth J. W. Craik, *The Nature of Explanation* (Cambridge University Press, 1943), p. 61.

149 Terminologia Mașinii Darwin a precedat, de fapt, lista celor șase elemente esențiale: William H. Calvin, „The brain as a Darwin Machine“, *Nature* 330: 33–34 (5 noiembrie 1987).

150 Cele șase elemente esențiale sintetizate de mine nu sunt cu mult diferite de cele trei pe care Alfred Russel Wallace le-a enumerat în 1875 („... cunoscutele legi ale variației, multiplicării și eredității... au fost probabil suficiente...“): doar că eu am vrut să fac explicit modelul, competiția pentru spațiu de lucru și influențele mediului. Vezi Wallace, „The limits of natural selection as applied to man“, capitolul 10 din *Contributions to the Theory of Natural Selection* (Macmillian, 1875). Vezi și utilizarea principiilor darwiniste în informatică: „algoritmi genetici“ se pot găsi în John H. Holland, *Adaptation in Natural and Artificial Systems* (MIT Press, 1992).

153 Analogia scării muzicale: din moment ce neuronii nu sunt aliniați în rând, ca notele muzicale, analogia scării muzicale nu e tocmai potrivită. Un avizier (sau un ecran de computer) este probabil mai aproape, „melodia“ fiind vizualizată ca un desen animat abstract ce rulează pe un mic ecran.

154 Donald O. Hebb, *The Organization of Behavior* (Wiley, 1949). Vezi Peter M. Milner, „The mind and Donald O. Hebb“, *Scientific American* 268 (1): 124–129 (ianuarie 1993).

155 Lewis Thomas, *The Medusa and the Snail* (Viking, 1979), p. 154.

156 În vreme ce potențialul de lungă durată (PLD) indica o versiune ce durează multe zile în hipocamp, procesul din neocortex pare să dureze doar în jur de cinci minute (vezi Iriki et al. [1991], mai jos), plasând PLD în mare parte în zona proceselor memoriei de scurtă durată. Se poate, bineînțeles, să fi prelungit componentele ce asigură baza unei permanente modificări a forțelor sinaptice prin modificări anatomice ale numărului și zonelor de contact ale butonilor sinaptici.

156 Israel Rosenfield, *The Strange, Familiar and Forgotten: An Anatomy of Consciousness* (*Knopf*, 1992), p. 87.

157 Cele mai impresionante structuri spațiotemporale din cortexul cerebral sunt cele demonstrate de E. Vaadia, L Haalman, A. Abeles, H. Bergman, Y. Prut, H. Slovin și A. Aertsen, „Dynamics of neuronal interactions in monkey cortex in relation to behaviourial events“, *Nature* 373: 515–518 (9 februarie 1995). Pentru o expunere despre acțiunea de masă în sistemele nervoase și apariția structurilor spațiotemporale vezi Walter J. Freeman, *Societies of Brains* (Erlbaum, 1995).

158 J. Allan Hobson, *The Chemistry of Conscious States: How the Brain Changes Its Mind* (Little, Down, 1994).

159 Gordon H. Bower, Daniel G. Morrow, „Mental models in narrative comprehension", *Science* 247: 44–38 (1990).

160 Derek Bickerton, *Language and Species* (University of Chicago, 1990), p. 249.

7. DEZVOLTAREA UNUI ACT INTELIGENT PORNIND DE LA ORIGINI MODESTE

161 Immanuel Kant, *Kritik der reinen Vernunft* (1787).

161 Lewis Carroll, *Alice's Adventures in Wonderland* (Macmillian, 1865).

162 Dacă eşti suficient de familiarizat cu neurofiziologia şi circuicitatea creierului, pentru mai multe amănunte poţi citi cartea mea academică *The Cerebral Code.* Esenţialul se găseşte în William H. Calvin, „Islands in the mind: dynamic subdivisions of association cortex and the emergence of a Darwin Macine", *Seminars in the Neurosciences* 3 (5): 423–433 (1991). William H. Calvin, „The emergence of inteligence", *Scientific American* 271 (4): 100–107 (octombrie 1994; apare, de asemenea, în cartea editată de Scientific American, *Life in the Universe*, 1995 — N.B., figura hexagoanelor este o eroare editorială; pur şi simplu ignoră sau vezi pagina web **http://weber.u.washington.edu/~wcalvin/sciamer.html** pentru o versiune corectă.).

166 Această descriere a neuroanatomiei corticale este în mod necesar scurtă; o descriere ceva mai extinsă a celulelor, circuitelor, neurotransmiţătorilor şi a calculului mental se găseşte în capitolul 6 din William H. Calvin şi George A. Ojemann, *Conversations with Neil's Brain: The Neural Nature of Thought and Language* (Addison-Wesley, 1994).

166 Pentru zone de convergenţă, vezi Antonio R. Damasio, „Time-locked multiregional retroactivation: a systems-level proposal for the neural substrates of recale and recognition", *Cognition*, 33: 25–62 (1989).

169 Aceasta este o versiune prescurtată a poveștii coloanelor corticale. Vezi William H. Calvin, „Cortical columns, modules and Hebbian cell assemblies“, în *Handbook of Brain Theory and Neural Networks*, editată de M. A. Arbib (MITT Press, 1995), pp. 269–272.

173 „Structura continuă să însemne același lucru...“, chiar dacă într-o formă modificată, se referă pur și simplu la faptul că ea este capabilă încă de copiere și de angajare în alte procese care s-o conducă în cele din urmă la structura caracteristică de ieșire, ca de exemplu în pronunțarea unui nume.

176 NMDA este N–metil–D–aspargat; este chiar mai eficient decât glutamatul în deschiderea canalelor de ioni, chiar dacă simplul și bătrânul glutamat este cel folosit în mod obișnuit în neurotransmisia sinaptică. NMDA a fost denumit așa pe vremea când se considera că tipurile de receptori trebuie să fie puține la număr și erau numite în funcție de cei mai buni oponenți frecvenți ai lor. Acum sunt atât de mulți încât pentru ei se folosesc numere curente.

176 Atsushi Iriki, Constantine Pavlides, Asaf Keller, Miroshi Asanuma, „Long-term potentiation of thalamic input to the motor cortex induced by coactivation of thalamocortical and corticocortical afferents“, *Journal of Neurophysiology* 65: 1435–1441 (1991).

177 Clasificările memoriei și terminologia lor total confuză sunt explicate în capitolul 7 din Calvin și Ojemann (1994).

178 Jennifer S. Lund, Takashi Yoshioka, Jonathan B. Lewitt, „Comparison of intrinsic connectivity in different areas of macaque monkey cerebral cortex“, *Cerebral Cortex:* 148–162 (martie/aprilie 1993).

181 „Stimuli de la vecini...“. De fapt nu de la vecinii imediați, ci de la vocile aflate cu circa șaizeci de cântăreți mai departe, în toate direcțiile. Ar fi interesant de studiat un cor cu o rețea adecvată de intercomunicații. De exemplu, un receptor telefonic care ar primi șase stimuli introduși doar de microfoanele lor.

182 David Somers, Nancy Kopell, „Rapid syncronization through fast threshold modulation", *Biological Cybernetics* 68: 393–407 (1993). Vezi și J. T. Enright, „Temporal precision in circadian systems: a reliable neuronal clock from unreliable components?", *Science* 209: 1542–1544 (1980).

184 Barbara A. McGuire, Charles D. Gilbert, Patricia K. Rivlin, Tornstein N. Wiesel, „Targets of horizontal connections in macaque primary visual cortex", *Journal of Comparative Neurology* 305: 370–392 (1991). De asemenea, Charles D. Gilbert, „Circuicitry, architecture and functional dynamics of visual cortex", *Cerebral cortex* 3: 373–386 (1993).

186 William H. Calvin, „Error-correcting codes: coherent hexagonal copying from fuzzy neuroanatomy", *World Congress on Neural Networks* 1: 101–104 (1993).

190 Alcătuirea unei unități structurale hexagonale din toate matricele triunghiulare: aceasta este adevărat doar dacă matricele triunghiulare componente sunt paralele unele cu altele. Cele reprezentând culori sunt, din fericire, fixate în „picăturile" culorii și nu pot lua poziții arbitrare.

192 Eugen Herrigel, *Zen in the Art of Archery* (Pantheon, 1953), pp. 57–58.

203 Melvin Konner în *On Doctoring: Stories, Poems, Essays*, editat de Richard Reynolds și John Stone (Simon &. Schuster, 1991).

8. ÎN CĂUTAREA UNEI INTELIGENȚE SUPRAUMANE

204 Charles E. Raven, *The Creator Spirit* (Harvard University Press, 1928).

206 Samuel Taylor Coleridge, *Biographia Literaria* (1817), capitolul 14.

207 George Steiner, „*Has truth a future?*" Bronovski Memorial Lecture (1978), retipărit în *From Creation to Chaos* editat de Bernard Dixon (Basil Blackwell Ltd.,1989).

208 Roger Penrose, *Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness* (Oxford University Press, 1994), ultima pagină. Vezi recenzia lui David L. Wilson în *American Scientist* (mai–iunie 1995), pp. 269–270. Pentru alte comentarii ale oamenilor de știință și filozofilor, vezi capitolul 14 în John Brockman, editor, *The Third Culture* (Simon & Schuster, 1995).

209 Speculând pe marginea noțiunii de sincronizare în legarea aspectelor disparate ale analizei unui obiect, unii au invocat câmpurile cuantice ca explicație pentru această analogie. Mă întreb dacă aceasta nu-i un mod de a căuta o problemă. Dacă fizicienii conștiinței au făcut în mod serios această propunere, ei ar trebui să examineze și modurile alternative de realizare a sincronizării — care sunt o mulțime — și să explice de ce cred că explicația lor este preferabilă altora mai simple.

209 Discuții despre procesele unitare pot fi găsite în William H. Calvin și Katherine Graubard, „Styles of neuronal computation". Capitolul 29 în: *The Neurosciences, Fourth Study Program*, editată de F. O. Schmitt și F. G. Worden (MIT Press, 1979), pp. 513–524.

209 Christopher Lehmann-Haupt, „Can quantum mechanics explain consciousness ?", *New York Times*, p. B_2 (31 octombrie 1994).

210 Am inventat „Mașina Darwin" ca metaforă mecanicistă generală pentru procesele darwiniste ce dezvoltă complexitatea (*Nature*, 5 noiembrie 1987) și într-adevăr Henry Plotkin o folosește în acest sens în cartea sa despre epistemologia evoluționistă, *Darwin Machines* (Harvard University Press, 1994). Propunerile mele pentru competițiile de clonare în neocortex sunt doar ilustrări particulare ale unei Mașini Darwin.

213 William H. Calvin (1991), „The antecedents of consciousness: evolving the « inteligent » ability to simulate situations and contemplate the consequencese of novel courses

of action", în *Bioastronomy: The Exploration Broadens* editat de Jean Heidmann și Michael J. Klein.(Springer-Verlag, seria Lecture Notes in Physics), pp. 311–319.

214 Accentul pus pe « totul-pornește-de-la-mișcare »: vezi Marc Jannerod, *The Brain Machine: The Development of Neurophysiological Thought* (Harvard University Press, 1985; traducere din *Le cerveau-machine: physiologie de la volonté*, 1983) și, pentru alte interrelații creier/corp, Damasio (1994).

217 Pentru câteva exemple de ceea ce înțeleg eu prin inovație periculoasă vezi unele dintre discuțiile asupra bolii maniaco-depresive, precum cea din Kay Redfield Jamison, *Touched with Fire: Manic-Depressive Illneses and the Artistic Temperament* (Free Press, 1993) și autobiografia a *An Unquiet Mind: A Memoir of Moods and Madneses* (Knopf, 1995).

218 Stephen Jay Gould, *The Flamingo's Smile* (Norton, 1985), p. 431.

220 Thomas F. Mandel, vezi verigile din pagina **web http://weber.u.washington. edu/~wcal/mandel.html.**

220 Marvin Minsky, „Will robots inherit the earth?" *Scientific American* 271 (4): 108–113 (octombrie 1994).

221 Norbert Wiener, *The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society* (Houghton Mifflin, 1950).

222 Aldo Leopold, *Sand, County Almanac* (Oxford University Press, 1949), p. 190.

222 Peter F. Drucker, „The age of social transformation", *The Atlantic Monthly 274* (5): 53 (noiembrie 1994).

229 Paul Colinvaux, *The Fates of Nations* (Penguin, 1982).

229 Lewis Thomas, *The Medusa and the Snail* (Viking, 1979), p. 175.

Bibliografie

DEREK BICKERTON, *Language and Species* (University of Chicago Press, 1990).

DEREK BICKERTON, *Language and Human Behavior* (University of Washington Press, 1995).

WILLIAM H. CALVIN, *The Ascent of Mind: Ice Age Climates and the Evolution of Intelligence* (Bantam, 1990). Majoritatea cărților autorului pot fi găsite la **http://weber.u.washington.edu/~wcalvin/**.

WILLIAM H. CALVIN și GEORGE A. OJEMANN, *Conversations with Neil's Brain: The Neural Nature of Thought and Language* (Addison-Wesley, 1994).

PAUL M. CHURCHLAND, *The Engine of Reason, the Seat of the Soul* (MIT Press, 1995).

DANIEL DENNETT, *Consciousness Explained* (Little, Brown, 1991).

DANIEL DENNETT, *Darwin's Dangerous Idea* (Simon & Schuster, 1995).

MERLIN DONALD, *Origins of the Modern Mind* (Harvard University Press, 1991).

OWEN FLANAGAN, *Consciousness Reconsidered* (MIT Press, 1992).

WALTER J. FREEMAN, *Societies of Brains* (Erlbaum, 1995).

JAMES L. GOULD și CAROL GRANT GOULD, The Animal Mind (Scientific American Library, 1994).

J. ALLAN HOBSON, *The Chemistry of Conscious States: How the Brain Changes Its Mind* (Little, Brown, 1994).

NICHOLAS K. HUMPHREY, *Consciousness Regained* (Oxford University Press, 1984).
RAY JACKENDOFF, *Patterns in the Mind: Language and Human Nature* (Basic Books, 1994).
MARVIN MINSKY, *The Society of Mind* (Simon & Schuster, 1986).
STEVEN PINKER, *The Language Instinct* (Morrow, 1994).
ROBERT J. RICHARDS, *Darwin and the Emergence of Evolutionary Theories of Mind and Behaviour* (University of Chicago Press, 1987).
SUE SAVAGE-RUMBAUGH și ROGER LEWIN, *Kanzi: The Ape at the Brink of the Human Mind* (Wiley, 1994).
Articole speciale despre creier în *Scientific American* (septembrie 1979 și septembrie 1992).
„Life in the Universe“ (octombrie 1994).

CĂRȚI DE REFERINȚĂ

PATRICIA S. CHURCHLAND și TERRANCE J. SEJNOWSKI, *The Computational Brain* (MIT Press, 1992).
PIETRO CORSI, editor, *The Enchanted Loom: Chapters in the History of Neuroscience* (Oxford University Press, 1991).
STANLEY FINGER, Origins of Neuroscience: *A History of Explorations into Brain Function* (Oxford University Press, 1994).
RICHARD GREGORY, editor, *The Oxford Companion to the Mind* (Oxford University Press, 1987).
EUAN M. MACPHAIL, *The Neuroscience of Animal Intelligence* (Columbia University Press, 1993). Inteligența în sensul utilizat în prezenta carte este abordată doar foarte sumar în ultimele pagini; în cea mai mare parte tratează despre învățarea asociativă în sisteme simple, studiul memoriei și alte fundamente ale inteligenței.

Cuprins

Redactor
VLAD ZOGRAFI

Tehnoredactor
LUMINIȚA SIMIONESCU

Corector
NADEJDA STĂNCULESCU

Apărut 2007
BUCUREȘTI – ROMÂNIA

Lucrare executată la „ACCENT PRINT" – SUCEAVA

SCIENCE MASTERS

Seria SCIENCE MASTERS, publicată simultan în peste 25 de limbi, va cuprinde 12 cărți de difuzare a informației științifice într-o formă atractivă, accesibilă publicului larg. Oameni de știință eminenți din domenii ce merg de la astrofizică până la zoologie își fac cunoscute aici ideile și teoriile cele mai noi.

Eu văd acest proiect ca pe un năvod aruncat peste lume. Recolta va fi următoarea generație de gânditori și oameni de știință ai planetei noastre.

DANIEL C. DENNETT

Neuropsihologul William H. Calvin propune o perspectivă evoluționistă asupra dezvoltării inteligenței, invocând, alături de rezultate recente din neuroștiințe, date ale antropologiei, biologiei, climatologiei și lingvisticii. Centrul de greutate al cărții se află în căutarea acelor mecanisme cu autoorganizare care au permis desprinderea inteligenței umane de cea a primatelor, mecanisme capabile să explice apariția conștiinței, dar și a subconștientului. Scrisă într-un stil accesibil, polemic și plin de comparații, făcând apel la intuiție, lucrarea lui Calvin este o încercare incitantă de a defini inteligența.

O SERIE LANSATĂ CONCOMITENT ÎN PESTE 50 DE ȚĂRI

ISBN 978-973-50-1860-3

5 948353 014587